

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotanto
Jussi Lindell

Opinnäytetyö

Koulukiinteistön peruskorjauksen tarkastelu

Esimerkkikohteena Hatanpään lukio

Työn ohjaaja lehtori, diplomi-insinööri Harri Miettinen
Työn tilaaja Tampereen kaupunki/Tilakeskus, kiinteistönpitopäällikkö Pertti Koivisto
Tampere 4/2010

Tekijä	Jussi Lindell
Työn nimi	Koulukiinteistön peruskorjauksen tarkastelu Esimerkkikohteena Hatanpään lukio
Sivumäärä	51 sivua + 3 liitesivua
Valmistumisaika	4/2010
Työn ohjaaja	lehtori, diplomi-insinööri Harri Miettinen
Työn tilaaja	Tampereen kaupunki/Tilakeskus, kiinteistönpitopäällikkö Pertti Koivisto

TIIVISTELMÄ

Hatanpään lukiolle tehtiin peruskorjaus kevään 2008 ja kesän 2009 välillä. Opinnäytetyössä käsitellään peruskorjaushankkeen eri vaiheita tarveselvityksestä aina vastaanottovaiheeseen ja selvitetään, kuinka kyseiset vaiheet on suoritettu. Lisäksi työssä tarkastellaan, miten kohteen energiatehokkuus ja sisäilmaolosuhteet on otettu huomioon hankkeen edetessä. Työssä pyritään myös arvioimaan perusparannus- ja laajennustöiden onnistuminen.

Tämä työ eli Hatanpään lukion rakennushanke on niin ikään mukana PirCO2-jatkohankeprojektissa, joka on osa energiansäästöohjelmaa, johon Tampereen kaupunki on sitoutunut. Tässä työssä pohditaankin, kuinka koulukiinteistön korjaus toteutetaan niin, että energiaa voitaisiin käyttää mahdollisimman tehokkaasti ja hallitusti. On tärkeä panostaa tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheeseen niin, että hankkeelle pystytään asettamaan tavoitteet riittävän tarkasti. Näin saadaan energiatehokas ja taloudellinen lopputulos, joka samalla tyydyttää sekä tilaajaa että käyttäjää.

Writer	Jussi Lindell
Thesis	Analysis of a school property renovation As an example object serves the Hatanpää High School
Pages	51 pages + 3 appendices
Graduation time	4/2010
Thesis Supervisor	M.Sc. Harri Miettinen
Co-operating Company	The City of Tampere/Tilakeskus, Maintenance Manager Pertti Koivisto

ABSTRACT

The Hatanpää High School was under the renovation between the spring of 2008 and the summer of 2009. The thesis deals with the different stages of the Hatanpää High School renovation project and clarifies how those phases of work have been completed. The thesis also explains how the school's energy effectivity and inner air conditions have been considered in several periods of the project. The purpose is also to specify how the property's renovation and extension works have proceeded.

The Hatanpää High School project is part of the PirCO2 extension project which belongs to the energy saving program the City of Tampere has committed to. It is one reason for analyzing in this thesis the actions which can be done in a school property to use energy more effectively and a controlled way. To achieve such a result which is both energy effective and economic and at the same time makes a subscriber and a user happy both a project's necessity has to be clarified and a project planning has to be accurately done that the goals for the project can be properly set for finally getting a good result.

Keywords	project planning, renovation, HVAC Technology, energy effectivity
----------	--

Alkusanat

Olin kesällä 2009 työnjohtoharjoittelussa Tampereen kaupungin Tilakeskuksen rakentamisyksikössä. Kesän lopussa oli ajankohtaista punnita mahdollisia opinnäytetyöaiheita. Tällöin tuli ilmi, että Tilakeskuksen kiinteistönpidon puolella mahdollisesti olisi aihe koskien Hatanpään lukion peruskorjausta. Tartuin haasteeseen, koska koin työn opettavan paljon uutta kiinteistönpidon saralta.

Haluan kiittää Tampereen kaupungin Tilakeskuksen kiinteistönpitopäällikköä Pertti Koivistoa ja opettajaani, DI Harri Miettistä, jotka ovat mahdollistaneet opinnäytetyöni tekemisen. Lisäksi haluan kiittää AX-Suunnittelun Arto Laaksosta sekä Teuvo Aroa, joilta olen saanut työni kannalta tärkeitä tutkimustuloksia. Kiitokset myös Haahtelakehitys Oy:n toimitusjohtaja Harri Väänäselle ja sähköinsinööri Rauno Rantaselle sekä Tampereen kaupungin Tilakeskuksen hankeinsinööri Hannu Keräselle.

Lopuksi haluan kiittää kaikkia läheisiäni, joilta olen saanut korvaamatonta tukea opiskelujeni varrella.

Tampereella 12.4.2010

Jussi Lindell

Sisällysluettelo

1 Johdanto	6
1.1 Työn tausta.....	6
1.2 Työn tavoite	6
1.3 Työn rajaus	6
2 Hankkeen kulku	7
2.1 Tarveselvitysvaihe	7
2.2 Hankesuunnitteluvaihe.....	7
2.3 Elinkaaritalous ja kestävä kehitys	8
2.4 Sisäilman laatu ja energiatehokkuus	9
2.4.1 Rakennuksen sisäilman laatu	10
2.4.2 Energiatehokkuus	17
2.5 Vastaanottomenettely.....	22
3 Esimerkkihankkeen eteneminen.....	23
3.1 Tampereen kaupungin tapa	23
3.2 Hatanpään lukion tarveselvitysvaihe	23
3.3 Hatanpään lukion hankesuunnitteluvaihe	24
3.4 Hatanpään lukion elinkaaritalous.....	28
3.5 Hatanpään lukion sisäilman laatu ja energiatehokkuus.....	30
3.6 Peruskorjauksen toteutus	34
3.7 Vastaanottomenettely.....	36
3.8 VIPU-ohjelma	39
4 Käyttäjäpalaute.....	42
5 Kehitysehdotukset	44
5.1 Tarveselvitysvaihe	44
5.2 Hankesuunnitteluvaihe.....	44
5.3 LVIS-tekniset ratkaisut	45
5.4 Energiatehokkuus.....	46
5.5 Sisäilma.....	47
5.6 Vastaanottomenettely.....	47
5.7 VIPU-ohjelma.....	48
5.8 Käytön opastus.....	48
Lähteet.....	49
Liitteet	51
Liite 1: VIPU-ohjelman virheraportti.....	51
Liite 2 : Tampereen kaupungin hankkeen kulku	51

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Tampereen kaupunki on sitoutunut energiansäästöohjelmaan, jonka tavoitteena on selvittää, miten sen kohteissa energiaa voitaisiin käyttää tehokkaasti ja hallitusti. PirCO2-jatkohankkeessa on mukana neljä kaupungin kiinteistöä, joiden energiatehokkuutta tarkastellaan. Energiankäyttöä on aloitettu tarkkailla myös, koska Tampereen kaupunki on tehnyt energiatehokkuussopimuksen. Sen tavoitteena on saada aikaan 9 %:n säästöt energiankulutuksessa vuoteen 2016 mennessä, myös pitkän tähtäimen suunnitelmissa lopullisen energiankulutuksen tulisi olla nykyisellä tasolla eli 310 GWh:a vuodessa. Liittyttyään EU:n pormestarisopimukseen Tampereen kaupungin täytyisi vähentää hiilidioksidipäästöjä 20 % vuoteen 2020 mennessä.

1.2 Työn tavoite

Työn tarkoitus on selvittää, kuinka kohteena olevan Hatanpään lukion peruskorjaus- ja laajennustöiden tarveselvitys- sekä hankesuunnitteluvaihe on hoidettu ja kuinka tarkasti tavoitteet on asetettu. Lisäksi tarkastelun alla ovat kohteen energiatehokkuus ja sisäilmaolosuhteet. Työssä pyritään myös tutkimaan, miten kohteen perusparannus- ja laajennustyöt ovat onnistuneet kokonaisuudessaan ja miten Hatanpään lukion vastaanottovaihe on suoritettu.

1.3 Työn rajaus

Tampereen kaupungin PirCO2-jatkohankkeen neljästä kiinteistöstä valittiin Hatanpään lukio tämän työn esimerkkikohteeksi. Työssä ei pyritä käymään läpi korjaushankkeen jokaisen vaiheen vaatimia toimenpiteitä ja niistä tehtyjä erilaisia asiakirjoja, vaan tarkoitus on kiinnittää huomiota eri vaiheiden sekä puutteisiin että virheisiin, jotta niiltä vastaavissa hankkeissa jatkossa välttyttäisiin.

2 Hankkeen kulku

2.1 Tarveselvitysvaihe

Tarveselvitysvaiheen tarkoitus on selvittää ja perustella tilan hankinnan tarpeellisuus eli onko olemassa riittävän vankat perusteet tilojen hankinnalle ja pyritään arvioimaan alustavasti tarvittavat tilat ja niille asetetut vaatimukset. Tarveselvitysvaiheessa tutkitaan ja vertaillaan eri vaihtoehtoja (osto, vuokraus, vaihto, korjaus- tai uudisrakentaminen), joilla tilantarvetta voitaisiin tyydyttää. Vertailussa ovat myös eri vaihtoehtojen kustannukset. (RT 10-10575 1995, 6.)

Tarveselvityksessä tilantarvetta tutkitaan karkeasti tilaryhmittäin ja otetaan huomioon mahdollisesti tulevaisuudessa kasvava tilantarve. Tulevaisuuden tilantarvetta punnittaessa käytetään apuna kehitysennustetta, josta voidaan arvioida tiloille laajennusvara. Selvityksen tekee rakennuttaja, joka on saanut toimeksiannon omistajalta tai käyttäjältä. Rakennuttaja voi tarveselvitystä tehdessään käyttää apunaan suunnittelijoita tai muita eri asiantuntijoita. Tarveselvityksen perusteella toimeksiantaja tekee hankepäättöksen. (RT 10-10575 1995, 6.)

2.2 Hankesuunnitteluvaihe

Rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa sille asetetaan täsmälliset tavoitteet laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskien. Hankesuunnittelussa määritellään myös hankkeen rakennuspaikka ja toteutustapa. Hankesuunnitelma pitää sisällään omistajan tai käyttäjän investointipäättöksen vaatimat rakennushankkeen tiedot sekä rakennussuunnittelun tavoitemäärittelyn. (RT 10-10575 1995, 6-7.)

Rakennuttaja laatii hankesuunnitelman käyttäen apunaan suunnittelijoita. Omistajan tai käyttäjän tehtävänä on hyväksyä suunnitelma ja järjestää hankkeelle rahoitus. (RT 10-10575 1995, 6-7.)

2.3 Elinkaaritalous ja kestävä kehitys

Hankkeen tilaohjelma

Rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa simuloidaan tulevat tilat ja niiden ominaisuudet mahdollisimman seikkaperäisesti tilaohjelmaa hyödyntäen. Tällöin suunnittelija asettaa tehtäville tiloille tavoitteet koskien tilojen kokoa, toimivuutta, laatua, kustannuksia sekä ylläpitoa. Näitä tietoja hyödynnetään juuri hankkeen tässä vaiheessa ja tehdään hankkeen kannalta kriittisimmät päätökset, koska käytettävään tilaohjelmaan asetetut tietyt tilojen suunnitteluarvot muodostavat hankkeen rakennus-, käyttö- ja ylläpitokustannukset. Juuri nämä kustannukset toimivat rakennushankkeessa investointipäätöksen pohjana. (RT 10-10575 1995, 6-7.)

Mikäli tilaohjelmaan asetetaan käyttäjän ja tilan etujen vastaisia arvoja, niin on selvää, että saadaan vääristyneitä kustannusarvioita. Esimerkiksi, mikäli suunnittelija asettaa tiettyyn luokkatilaan tarpeettoman suuren lämpötila-arvon tai vaikkapa poistoilmamäärän, niin luonnollisesti kustannukset nousevat tarpeettoman suuriksi. Toisaalta taas, jos suunnittelija huonon tavoitteiden asettelun takia suunnittelee tilan käyttämisen kannalta epäkäytännöllisiä tiloja, niin se saattaa olla edullisempi ratkaisu kuin sellainen, joka olisi käyttäjän kannalta järkevämpi. Tästä seuraa, että tilaohjelmalla simuloitujen tilojen kustannukset ovat vääristyneitä ja investointipäätös tehdään niiden pohjalta. Silloin hankkeen rahat riittävät ainoastaan simuloitujen tilojen rakentamiseen. Vaarana on, että käyttäjät huomaavatkin jonkun epäkohdan rakentamisessa, huomauttavat asiasta ja vaativat tilan muuttamista sellaiseksi, joka vastaisi heidän tarpeitaan. Kun käytännössä ei ole rahaa tehdä suuria muutoksia vastoin hankkeen alkuperäistä suunnitelmaa, pyritään yleensä tuo muutoksen vaatima summa säästämään heikentämällä jonkun muun laitteen tai rakenneosan ominaisuuksia.

Rakennus- ja ylläpitokustannukset

Rakennuksen elinkaaritalouteen vaikuttavat investointi- ja ylläpitokustannukset, jotka määräytyvät pitkälti suunnittelussa ja rakentamisessa tehtyjen valintojen perusteella. Elinkaari on pitkä sellaisella rakennuksella, johon on käytetty kestäviä ja laadukkaita rakennusmateriaaleja. Niinpä investointivalinnoilla voidaan varmistaa rakennuksen pitkä elinkaari ja pienentää elinkaarikustannuksia. Rakennuksen ylläpitokustannukset

vaikuttavat myös oleellisesti sen elinkaaritalouteen, koska pitkässä juoksussa juuri ylläpitokustannukset ovat rakennuksen kustannuksista suurin menoerä. Tämän takia on tärkeää, että rakenteet ja niiden kulutuspinnat on suunniteltu niin, että ne kestävät rakennuksen käytön niille asettamat vaatimukset. Suunnittelussa tulee myös huomioida niiden huollettavuus; on valittava käytön kannalta järkeviä materiaaleja, mutta myös helposti puhdistettavia, jolloin puhdistukseen käytettävät työtunnit vähenevät ja sitä kautta siivouskulut.

Käyttökustannukset

Myös kiinteistön käyttökustannukset ovat osa elinkaaritaloutta ja näin ollen kiinteistön suunnittelussa sekä toteuttamisessa tulee ottaa huomioon, miten kiinteistön tiloja voitaisiin käyttää energiatehokkaasti. Tämä tarkoittaa, että kiinteistön valaistus sekä ilmanvaihto on suunniteltava ja toteutettava niin, että niitä voidaan ohjata tilan käytön mukaan. Tämä on mahdollista, jos tilojen valaistus ja ilmastointi suunnitellaan toimimaan ajastimen avulla. Näin vältetään turhalta energiankäytöltä. Valaistusta sekä ilmanvaihtoa tulee myös pystyä tarpeen mukaan ohjaamaan käsikäytöllä, joka on hyvä vaihtoehto esimerkiksi silloin, kun kiinteistön tiloja käytetään poikkeuksellisiin aikoihin.

Yhteenvetona edellisistä kappaleista voidaan todeta, että mikäli hankesuunnitteluvaiheessa ei tehdä tarpeellisia elinkaarikustannusten vertailuja, voidaan päätyä lopputulokseen, jossa tilojen energiatehokas käyttö ei ole mahdollista.

2.4 Sisäilman laatu ja energiatehokkuus

Ympäristöministeriö on asettanut tiettyjä määräyksiä ja ohjeita rakennuksille, mitä tulee rakennusten sisäilman laatuun ja energiatehokkuuteen. Viimeisimmät määräykset ja ohjeet koskien rakennuksen ilmanvaihtoa sekä sisäilmastoa ovat tulleet voimaan lokakuussa 2003. Viimeisimmät määräykset ja ohjeet taas koskien rakennuksen energiatehokkuutta ovat tulleet voimaan tammikuussa 2007. Tosin nämäkin määräykset ja ohjeet vaihtuivat uusiin 2010 tammikuussa.

2.4.1 Rakennuksen sisäilman laatu

Yleistä

Suomen rakentamismääräyskokoelman sisäilmasto-, ilmanvaihto- ja energiatehokkuusmääräykset koskevat uuden rakennuksen sisäilmastoa sekä ilmanvaihtoa, mikä tulee ottaa huomioon vertailtaessa niitä suunnitteluarvoihin. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 4-5.)

Sisäilmaston kannalta rakennus tulee suunnitella ja rakentaa siten, että rakennuksen oleskeluvyöhykkeelle on mahdollista toteuttaa tyypillisissä sääolosuhteissa ja käyttötilanteissa tilan käyttäjälle riittävän hyvä sisäilmasto. Jotta näin voidaan tehdä, tulee jo suunnitteluvaiheessa ottaa huomioon rakennuksen käyttötarkoitus ja sen aiheuttamat tilavaatimukset. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 4-5.)

Suunnitteluvaiheessa tulee miettiä, miten rakennuksessa lämmön- ja kosteudeneristys sekä ikkunat tullaan toteuttamaan, jotta saadaan halutut sisäilmasto-olosuhteet. Suunnittelussa pitää myös ottaa huomioon sekä rakenteiden ilmanpitävyys että rakennus- ja sisustusmateriaalit, jotka vaikuttavat merkittävästi sisäilman laatuun. Rakennukseen on myös suunniteltava sellaiset IV-laitteet, jotka mahdollistavat halutun ilmanlaadun. Yhteenvedona tästä voisi todeta, että terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sisäilmaston toteuttamiseksi on käytettävä ja suunniteltava sellaisia rakenteita, jotka tukevat haluttua sisäilmastoa. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 4-5.)

Jotta saadaan haluttu sisäilmasto, on rakennuksen sisäisiä kuormitustekijöitä vähennettävä ja myös pyrittävä pienentämään sekä ulkoisten että sisäisten kuormitustekijöiden vaikutusmahdollisuuksia. Hyvin suunnitellulla ja toteutetulla ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmällä on myös merkittävä vaikutus sisäilmastoon. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 4-5.)

Lämpötila

Jotta huoneen/tilan oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan viihtyisä huonelämpötila, niin rakennus tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että halutut lämpöolot voidaan saavuttaa. Suunnittelussa tulee myös kiinnittää huomiota siihen, että oleskeluvyöhykkeellä pystytään ylläpitämään haluttua lämpötilaa ilman turhaa energiankulutusta. Tilan

oleskeluvyöhykkeen suunnitteluarvot ovat lämmityskaudella 21°C ja kesäkaudella 23°C. Suunnitteluarvosta voidaan poiketa hyvästä syystä, esimerkiksi porrashuoneen suunnitteluarvo lämmityskaudella on 17°C. Taulukosta 1 löytyy myös muita tilan/huoneen lämpötilan suunnitteluarvoja, jotka poikkeavat arvosta 21°C. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 5.)

Taulukko 1: Huonelämpötilan suunnitteluarvoja (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 5.)

Lämmityskauden huonelämpötilan ohjeellisia suunnitteluarvoja	
Tila	Huonelämpötila °C
Porrashuone	17
Kylpyhuone, pesuhuone	22
Kuivaushuone	24
Myymälä	18
- myymälän kiinteä työpiste	21
Liikuntahalli	18
Kirkkosali	18
Tehdashalli, keskiraskas työ	17
Autokorjaamo, katsastustilat	17
Hissikuilu	17

Oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilaan on olemassa toleranssi, joka sallii huoneen/tilan lämpötilan poiketa keskellä huonetilaa 1,1 metrin korkeudella suunnitteluarvosta $\pm 1^\circ\text{C}$, mutta rakennuksen käyttöaikana huonelämpötila ei saa nousta yli 25°C. Mikäli ulkona vallitsevan ulkolämpötilan viiden tunnin enimmäisjakso ylittää 20°C, niin huonelämpötila voi olla kyseistä lämpötilaa korkeampi enintään 5°C. Lämpöolojen suunnittelussa on tärkeä, että otetaan huomioon läänin mitoittava ulkolämpötila. Taulukossa 2 on lämmityskauden mitoittavia ulkolämpötiloja. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 5.)

Taulukko 2: Lämmityskauden mitoittavat ulkolämpötilat (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 5.)

Lämmityskauden mitoittavat ulkolämpötilat	
Alue	Mitoittava ulkolämpötila °C
Etelä-Suomen lääni	-26
Ahvenanmaan lääni	-26
Länsi-Suomen lääni	-26
Itä-Suomen lääni	-32
Oulun lääni	-32
Lapin lääni	-38

Rakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon ilman liike, lämpösäteily ja pintalämpötilat, jotka saattavat käytön aikana aiheuttaa ongelmia oleskeluvyöhykkeen viihtyvyydessä. Mikäli tiloihin suunnitellaan tai rakennetaan sellaisia laitteita tai rakenteita, jotka vaikuttavat huonelämpötilaan, niin on se otettava huomioon suunnittelussa. Esimerkiksi tietokoneluokassa laitteet aiheuttavat voimakasta lämpösäteilyä. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 5.)

Ilmanlaatu

Rakennusta suunniteltaessa ja rakennettaessa on pyrittävä siihen, että tilassa vallitseva sisäilmasto on vapaa kaikista terveydelle haitallisista kaasuista, hiukkasista ja mikrobeista. On myös tilan viihtyvyyden kannalta tärkeää, ettei tilassa esiinny myöskään mitään haitallisia hajuja. Tilan sisäilmassa oleva hiilidioksidimäärä on tyypillisissä sääolosuhteissa sekä normaali käytössä korkeintaan 2160 mg/m³ (1200 ppm). Taulukossa 3 on sisäilman epäpuhtauksien pitoisuusarvoja rakennuksen sisäilmaston suunnittelua ja toteuttamista varten. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 6.)

Taulukko 3: Sisäilman epäpuhtauksien pitoisuusarvoja (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 6.)

Sisäilman epäpuhtauspitoisuuksien arvoja rakennuksen sisäilmaston suunnittelemiseksi ja toteuttamiseksi		
Epäpuhtaus	Yksikkö	Suunnittelun ohjearvo (enint.)
Ammoniakki ja amiinit	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	20
Asbesti	kuitua/ cm^3	0
Formaldehydi	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50
Hiilidioksidi	mg/m^3	2160
Hiilimonoksidi	mg/m^3	8
Hiukkaset PM_{10}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50
Radon	Bq/m^3	200 (vuosikeskiarvo)
Styreeni	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1

Kun rakennusta suunnitellaan ja rakennetaan, on sisäilman kosteus saatava sellaiselle tasolle, että se kyseisen rakennuksen käyttötarkoituksen huomioiden noudattaa sisäilman kosteudelle määriteltyä arvoa. Sisäilman kosteuden on oltava sellainen, että se ei häiritse toimintaa rakennuksessa eikä kosteus saa olla niin korkea, että se tiivistyy rakenteisiin tai rakenteiden pinnalle niitä vaurioittaen. On pidettävä myös huolta, ettei kosteus pääse tiivistymään rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmään niin, että se aiheuttaa siellä kosteusvaurioita tai muita terveydelle haitallisia asioita. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 6.)

Ilmanvaihtojärjestelmistä

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä tulee suunnitella ja rakentaa niin, että se takaa tyypillisissä sääolosuhteissa sekä käytössä terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sisäilmaston rakennuksen suunniteltua käyttötarkoitusta ajatellen. Jotta ilmanvaihtojärjestelmä kestää sille aiotun käyttöiän, tulee se toteuttaa niin, että sitä voidaan käyttää, huoltaa ja kunnossapitää oikein. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmää on myös pystyttävä ohjaamaan ja valvomaan, siksi järjestelmään on suunniteltava ja asennettava sellaiset mittalaitteet, jotka mahdollistavat kaikkien tärkeimpien toiminta-arvojen mittaamisen. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 7.)

On myös otettava huomioon, että ilmanvaihtojärjestelmää joudutaan huoltamaan ja kunnostamaan, jonka vuoksi siinä tulee olla asiaankuuluvat suoja- ja varolaitteet. Lisäksi suunnittelussa ja rakentamisessa tulee ottaa huomioon, että hälytystilanteen

sattuessa ilmanvaihtojärjestelmä tulee voida kytkeä pois kokonaan toiminnasta erillisestä, selvästi merkitystä kytkimestä. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 7-8.)

Ilmavirrat

Jotta rakennuksen huoneisiin voidaan taata terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilma, niin tulee huoneissa olla riittävä ilmanvaihto. Huoneen/tilan hyvän sisäilman takaa sinne johdettava ulkoilmavirta. Tilaan johdettavan ulkoilmavirran määrä mitoitetaan suunnitteluvaiheessa yleensä tilan käytön perusteella, taulukosta 4. Tilan ulkoilmavirta määräytyy tilan henkilöperusteen mukaan. Mikäli ei ole olemassa riittäviä kriteereitä henkilöperusteen mukaiselle mitoitukselle, niin se tehdään pinta-alaan perustuvan mitoituksen mukaan. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 8.)

Taulukko 4: Oppilaitoksien ohjearvoja (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 22.)

Oppilaitokset Tila/käyttötarkoitus	Ulkoilmavirta (l/s)/hlö	Ulkoilmavirta (l/s)/m ²	Poistoilmavirta (l/s)/m ²	Äänitaso La.eq.T/ La.max dB	Ilman nopeus talvi/kesä m/s	Huom!
Opetustilat	6	3		33/38*	0,20/0,30	#4,*C1 ohje
Käytävät/Aulat		4		38/43		#2
Liikuntasali:						#3
- liikuntasalikäyttö		2		38/43	0,30	
- juhlasalikäyttö		6		33/38	0,25	
Luentosali	8	6		33/38	0,20/0,30	#4
Ryhmätyötila	8	4		33/38	0,20/0,30	#4
Ruokala	6	5		33/38	0,25	
Varastot			0,35			#S
#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. Taulukko 11 hygieniatilat.						
#2 Kiinteiden työpisteiden ilman nopeuden ohjearvot kuten toimistuhuoneessa.						
#3 Sisäilmasto ja ilmanvaihto mitoitetaan vaativimman käytön mukaisesti, oltava ohjattavissa tarpeen mukaan eri käyttötilanteissa.						
#4 Tilan ilmanvaihto on oltava ohjattavissa tarpeen mukaan.						
#S Voi käyttää siirtoilmaa.						

Mikäli mitoitettava tila on jokin muu kuin taulukossa 4 mainittu, niin tulee tilaan johtaa vähintään 6 l/s henkilöä kohden, mutta vain siinä tapauksessa, että on olemassa riittävät perusteet henkilöperustaiselle mitoitukselle. Tyypillistä on, että ilmavirta on kuitenkin

vähintään 0,35 (l/s)/m², jolloin ilma vaihtuu kerran kahdessa tunnissa. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 8.)

Tilan ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirtoja on pystyttävä muuttamaan, koska tilan kuormitus ja ilmanlaatu eivät pysy koko ajan vakioina ja siksi on tärkeä mahdollistaa ilmavirtojen säätäminen tilan käytön mukaiseksi. Muun rakennuksen kuin asuinrakennuksen, esimerkiksi koulurakennuksen, ilmanvaihto tulee suunnitella ja rakentaa siten, että rakennuksen käyttöajan ulkopuolella ulkoilmavirta on vähintään 0,15 (l/s)/m², jolloin ilma vaihtuu tilassa kerran viidessä tunnissa. Rakennuksen ilmanvaihto käyttöajan ulkopuolella voidaan järjestää joko esimerkiksi pitämällä hygieniatilojen ilmanvaihto päällä ympäri vuorokauden tai rakennuksen ilmanvaihto voidaan ajastaa jaksottaiseksi. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 8.)

Koulurakennuksissa on tärkeä, että ilmanvaihto on jaksotettu järkevästi, koska suurin ilmanvaihdon tarve on koulupäivän aikana. Sen jälkeen tilojen käyttö putoaa lähes minimiin, jolloin on turha huudattaa ilmanvaihtokoneita täysillä ja näin kuluttaa turhaan energiaa. Manuaalinen tilojen ilmanvaihdon ohjaus mahdollistaa myös hyvin tilojen taloudellisen ilmanvaihdon, koska se voidaan kytkeä päälle tarpeen mukaan. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 8.)

Taulukosta 5 selviää muiden kuin asuntojen hygieniatilojen sekä muiden tilojen ohjearvoja koskien rakennuksen sisätilojen ilmanvaihtoa ja äänentaso.

Taulukko 5: Muiden kuin asuntojen hygieniatilat sekä muut tilat (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 27.)

Muiden kuin asuntojen hygieniatilat sekä muut tilat					
Tila/käyttötarkoitus	Ulkoilmavirta (l/s)/hlö	Ulkoilmavirta (l/s)/m²	Poistoilmavirta (l/s)/m²	Äänitaso La.eq.T/ La.max dB	Huom!
WC:t					
- työpaikkatiloihin tai vastaaviin liittyvät			20/paikka	38/43	#S
- yleisön käyttämiin tiloihin liittyvät			30/paikka	38/43	#S
Siivoustilat			4		#S
#S Siirtoilmavirta					

Tuloilman suodatus

Rakennuksen sisäilmaston sekä ulkoilman laatu määrittelevät tuloilman suodatustason. On tavallista, että rakennuksen kaikkien oleskelutilojen tuloilma on suodatettu. Kun tuloilman suodatusta suunnitellaan, niin tyypillinen ilmansuodattimien erotusaste on vähintään 80 % 1,0 µm:n hiukkasilla suodattimen käyttöiän aikana. Tämä tarkoittaa sitä, että tarvittava ilmansuodatin on luokkaa F7. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 8.)

Ilmanjako ja -poisto

Kiinteistön tuloilma tulee johtaa huoneiston tiloihin siten, että se jakautuu koko oleskeluvyöhykkeelle niin, ettei se aiheuta tiloissa oleville vedon tunnetta. Sen tulee myös olla tarpeeksi riittävä ja tehokas, jotta sen mukana oleskeluvyöhykkeeltä poistuvat käytön aikana syntyneet epäpuhtaudet. Ilmanpoisto taas tulee hoitaa niin tehokkaasti, ettei poistettu ilma epäpuhtauksineen enää palaisi haitallisesti oleskeluvyöhykkeelle. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon, ettei tuloilma kierrä oleskeluvyöhykettä menemällä suoraan poistokanavaan kierrättämättä ilmaa. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 11-12.)

Ilmanjakolaitteiden, ulkoilman sisäänottolaitteiden ja siirtoilman virtausreittien/laitteiden virtaus- sekä äänitekniset ominaisuudet on oltava tiedossa suunnitteluvaiheessa, jotta laitteet/reitit voidaan sijoittaa ja mitoittaa niin, etteivät ilman nopeudelle ja äänitasolle määritellyt arvot ylity. Oppilaitosten kyseiset ohjeavrot löytyvät raportin taulukosta 4. On myös muistettava, että jos kiinteistössä käytetään koneellista poistoilmajärjestelmää tai painovoimaista ilmanvaihtojärjestelmää, niin on oltava mahdollisuus säätää ulkoilmalaitteen ilmavirtaa tarpeen mukaan turhan energiankulutuksen välttämiseksi. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 11-12.)

Mikäli kiinteistön eri tilojen koneellisen ilmanvaihdon kanavia yhdistetään, niin pitää huolehtia siitä, ettei yhdistäminen aiheuta kanavien kautta epäpuhtauksien tai palokaasujen leviämisvaaraa koko kiinteistöön. Yhdistäminen tulee hoitaa niin ikään varmistamalla, ettei siitä ole haittaa ilmanvaihtojärjestelmän toiminnalle. Rakennuksen poistoilmakanavia voidaan yhdistää sen mukaan, mihin poistoilmaluokkaan tilassa oleva ilma kuuluu. Esimerkiksi luokkien 1 ja 2 ilma voidaan yleensä johtaa yhteiseen

kanavaan, mutta taas luokan 4 ilma johdetaan ulos erillistä poistoilmakanavaa käyttäen. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 11-12.)

Ääniolosuhteet

Ääniolosuhteet on myös otettava huomioon rakennettaessa sekä suunniteltaessa rakennusta, koska ääniolosuhteet ovat merkittävä osa rakennuksen viihtyvyyttä. Suunnitelmissa on myös huomioitava mahdollisten LVIS-laitteiden todellinen äänitaso sekä laitteiden äänitason ohjearvo, koska äänitason ohjearvo on riippuvainen tilan käyttötarkoituksesta. Rakennuksen ulkovaipan ääneneristyksen kokonaisuuden luovat esimerkiksi rakennuksen seinät, ikkunat ja ilmanvaihdon laitteet. Suunnitteluvaiheessa on hyvä ottaa huomioon, että tontin asemakaavassa saattaa olla erilaisia vaatimuksia koskien rakennuksen ääneneristystä liikenteen melua vastaan. Tällaisia vaatimuksia voivat olla esimerkiksi ikkunoiden tietty sijoittelu tai julkisivun ääneneristävyys. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 6.)

Valaistusolosuhteet

Rakennusta suunniteltaessa sekä rakennettaessa on otettava huomioon oleskeluvyöhykkeen vaatima valaistus, jotta tilassa pystytään ylläpitämään vaadittua valaistustasoa koko sen käytön ajan energiatehokkaasti. Rakennuksen valaistus on suunniteltava ja toteutettava siten, että sitä voidaan säädellä sen mukaan, mitkä ovat tilan käytön valaistukselle asettamat vaatimukset ja ottaen huomioon tilan luonnonvalon määrän. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 7.)

2.4.2 Energiatehokkuus

Yleistä

Lähtötavoite on, että rakennus ja kaikki siihen kiinteästi liittyvät laitteet suunniteltaisiin ja toteutettaisiin niin, että turhalta energiankäytöltä ja -häviöltä välttyttäisiin eli saavutettaisiin hyvä energiatehokkuus. Rakennuksen suunnitteluvaiheessa tämä tarkoittaa sitä, että suunnittelijan tulee ottaa huomioon kiinteistön käyttötarkoitus ja tästä aiheutuva toiminta. Näin rakennuksen vaipan pinta-alasta ei tulisi liian suurta suhteessa rakennuksen käytön vaatimaan vaippa-alaan. Myös tilojen ja tilaryhmien

sijoittelussa on tarkkaan mietittävä niiden käyttötarkoitus, jotta tila saadaan rakennettua sopivimpaan kohtaan kiinteistössä ajatellen ilmansuuntia ja jokaisen tilan yksilöllisiä lämpökuormia. Hyvänä esimerkkinä on koulurakennuksen tietokoneiluokka, jonka lämpökuormat tulee ottaa erityisen hyvin huomioon, jotta toiminta tilassa olisi mahdollista. Suunnittelussa tulee myös miettiä ikkunoiden paikat eli ne tulee sijoittaa rakennukseen siten, että auringon säteilylämpöä ja luonnonvaloa voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 4.)

Rakennuksen lämpöhäviö

Kun pohditaan rakennuksen energiatehokkuusvaatimusten saavuttamista, niin tärkeä asia on rakennuksen lämpöhäviö. Siihen vaikuttavat rakennuksen vaipan vuotoilman sekä ilmanvaihdon suuruus. Rakennuksen laskennalliselle lämpöhäviölle on asetettu enimmäislämpöhäviöarvo, joka saa olla enintään yhtä suuri kuin rakennuksen vertailulämpöhäviöksi määritelty arvo. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 4.)

Ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän suunnitteluun ja toteutukseen vaikuttaa se, millaiseen rakennukseen järjestelmä asennetaan, koska juuri kiinteistön käyttötarkoitus on merkittävä. Kun järjestelmä on kiinteistön käyttötarkoituksen mukainen, ovat hyvät puitteet olemassa ilmanvaihdon energiatehokkaalle käytölle ja se tulee varmistaa vielä niin, ettei rakennuksen käyttötarkoitus unohdu. Toisin sanoen ilmanvaihtojärjestelmän ei tule vaikuttaa rakennuksessa suoritettavaan toimintaan heikentävästi. Ilmanvaihdon energiatehokasta käyttöä suunniteltaessa tulee muistaa, ettei sitä saa parantaa sisäilman laadun kustannuksella, vaan ilman täytyy olla käyttäjälle terveellinen, turvallinen ja viihtyisä. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 17.)

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä tulee suunnitella ja toteuttaa tarkoituksenmukaisilla ratkaisuilla, jotta kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmä toimisi energiatehokkaasti, esimerkiksi tilojen ilmanvaihtolaitteiden toiminta-alueiden sekä toiminta-aikojen ryhmittämisellä. Lisäksi energiatehokkaan käytön mahdollistavat ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus sekä lämmöntalteenotto poistoilmasta. Lisäksi kiinteistön erilaiset kanavat ja kammiot tulee lämmöneristää, jotta välttyään kanavissa

kulkevan ilmvirran ja ympäristön välisen lämpötilaeron aiheuttamalta energiankulutukselta. Eristys myös ehkäisee ilmvirran lämpenemistä tai jäähtymistä. Kiinteistöön asennettava ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että siitä nähdään, paljonko järjestelmä kuluttaa sähköä. Näin voidaan säännöllisesti seurata järjestelmän käyttämää sähkötehoa ja analysoida sekä mahdollisesti kehittää järjestelmän toimintaa. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 17.)

Jotta ilmanvaihtojärjestelmän käyttö olisi energiatehokasta, niin ilmanvaihdon poistoilmasta tulee ottaa lämpöä talteen sellainen määrä, joka on vähintään 30 % siitä määrästä, mikä tarvitaan ilmanvaihdon lämmittämiseen halutulle tasolle. Kiinteistön ilmanvaihdon lämpöenergian tarvetta taas voidaan pienentää, jos vastaavasti rakennuksen vaipan lämmöneristystä parannetaan. Rakennuksen yksittäisten tilojen poistoilman lämmöntalteenotosta voidaan luopua, mikäli pystytään osoittamaan sen epäkäytännöllisyys. Tämän kaltaisia tilanteita on muun muassa silloin, kun poistoilma on likaista ja näin estää lämmöntalteenoton, tai mikäli poistoilman lämpötila lämmityskaudella on alle + 15 °C. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003, 17.)

Käyttöveden lämmitysjärjestelmä

Myös rakennuksen käyttöveden lämmitysjärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava niin, että se on rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen ja että järjestelmällä saavutettaisiin mahdollisimman vähäinen energiankulutus. Käyttöveden lämmitysjärjestelmän vaatima lämmitysteho tulee mitoittaa siten, että lämmintä käyttövetä riittää käyttäjien tarpeisiin. Mikäli käyttövesijärjestelmä liitetään johonkin ulkopuoliseen lämmitysenergian jakeluverkostoon, niin voidaan käyttöveden lämmitysteho ja sen vaikutus liittymistehoon määrittää energian toimittajan ohjeiden mukaan. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 4.)

Tilojen lämmitysjärjestelmä

Kiinteistön tilojen lämmitysjärjestelmä on suunniteltava ja toteutettava niin, että tiloissa voidaan toteuttaa niissä suunniteltua toimintaa tarkoituksenmukaisissa lämpöolosuhteissa energiatehokkaasti. Kiinteistön jokaisessa tilassa ei ole samanlaiset vaatimukset koskien lämpöolosuhteita, eikä niissä myöskään vallitse jatkuvasti samankaltaiset olosuhteet. Niinpä lämmitysjärjestelmä on varustettava säätölaitteilla,

jotta tilojen lämpöoloja voidaan muuttaa tarpeen mukaan. Silloin on mahdollista rasittaa lämmitysjärjestelmää vain ja ainoastaan sen verran, mitä tarve vaatii. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 4-5.)

Lämmitysverkoston suunnitteluun, toteutukseen ja esisäätöön on kiinnitettävä suurta huomiota, jotta huonetiloissa saavutettaisiin riittävän tarkasti mitoituslämpötila. Lämmönkehityslaitteiston suunnittelussa on otettava huomioon, että laitteisto toimii hyvällä hyötysuhteella, kuormitettiinpa sitä huippu- tai osakuormituksella. Lämmitysjärjestelmän putket, pumput ja venttiilit on lämmöneristettävä hyvin, jolloin vältetään turhalta lämmönluovutukselta, ja toiminta on energiatehokasta. Tyypillisin eristemäärä lämmitysjärjestelmän putkissa on 50 mm, joka antaa lämmönvastusarvoksi $1\text{m}^2\text{K/W}$. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 4-5.)

Talotekniikkajärjestelmien säätö

Rakennuksen talotekniikkajärjestelmiin kuuluvat lämmitys-, ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmät. Ne on varustettava säädöillä, joilla on mahdollista muuttaa kunkin järjestelmän tehoa käyttötarpeen mukaan. Näin saadaan energiatehokas lopputulos kuitenkin tinkimättä sisäilman laadusta, oli sitten kuormituksena huippu- tai osateho. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 5.)

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mahdollisuuksien mukaan järjestelmien pumput ja puhaltimet varustetaan pyörimisnopeussäädöillä, joilla on mahdollista säätää kierroslukemia tarpeen mukaan. Myös kiinteistössä käytettävien valaisimien, kylmälaitteiden sekä muiden vastaavien sähkölaitteiden tuottamaa lämpöä tulisi pyrkiä hyödyntämään kiinteistön lämmityksessä. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 5.)

Valaistusjärjestelmä

Myös kiinteistön valaistusjärjestelmä on suunniteltava ja toteutettava niin, että sitä voidaan käyttää ja ylläpitää energiatehokkaasti ja kuitenkin niin, että kyseisessä kiinteistössä pystytään harrastamaan sitä toimintaa, mitä alun perin on suunniteltukin. Tarkoituksenmukaisen ja energiatehokkaan valaistusjärjestelmän tukena voidaan hyvän suunnittelun avulla mahdollisesti käyttää hyväksi päivänvaloa, joka osaltaan vähentää kiinteistön energiankulutusta. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 5.)

Käytännössä valaisimet tulee ryhmitellä siten, että tilan yleisvalaistusta on mahdollista ohjata tarvittaessa. Sellaisessa tilassa, missä on mahdollista hyödyntää päivänvaloa, on suunniteltava valaistus siten, että sitä voidaan säätää tilan eri osissa tarpeen mukaan halutun energiansäästön saavuttamiseksi. Tiloissa olevat valaisimet tuottavat lämpöä ja näin ollen on tärkeää, että rakennuksen valaistusjärjestelmä mitoitetaan oikein. Näin vältetään huonetilan liialliselta lämpenemiseltä ja sitä kautta huoneen jäähdytykseltä. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 5.)

Kesäajan huonelämpötilan hallinta ja jäähdytys

Rakennusta suunniteltaessa ja toteutettaessa on lähtötavoitteena saada aikaan sellainen rakennus, jonka tilat eivät lämpene kesälläkään haitallisesti. Yleensä haitallisen lämpenemisen estokeinoina käytetään rakenteellisia ratkaisuja. Tällaisia ovat esimerkiksi lipat, markiisit, kaihtimet sekä erilaiset auringonsuojalasit, jotka estävät auringon suoran lämpösäteilyn kiinteistöön. Kiinteistön huonelämpötilojen alhaalla pysymisen sekä vuorokautisen vaihtelun tasaamisen mahdollistavat lämpöä varaavien rakenteiden käyttö sekä öisin ilmanvaihdon tehostus. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 6.)

Suunniteltaessa jäähdytysjärjestelmiä kiinteistöön on tarvittaessa arvioitava rakennuksen tilojen kesäaikaisia huonelämpötiloja, jotta voidaan varmistaa, etteivät sisälämpötilat nouse kesälläkään liian suuriksi. Kuukauden keskimääräisenä huoneen sisälämpötilan suunnitteluarvona käytetään tavanomaisissa tiloissa arvoa 23 °C. Kiinteistön eri tilojen lämpötiloja on käsitelty tarkemmin tämän raportin taulukossa 1. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 6.)

Mikäli rakennukseen päätetään asentaa tai siellä on jo jäähdytysjärjestelmä, niin on se suunniteltava siten, että sen hyötysuhde on hyvä, kuormitetaanpa sitä sitten huippu- tai osakuormalla. Jäähdytysjärjestelmään kuuluvat erilaiset kylmäntuottolaitteet sekä kylmänjakoverkostot, joihin taas kuuluvat erilaiset toiminnan vaatimat pumput, putket ja venttiilit. Jotta järjestelmä toimisi ilman, että siitä siirtyisi lämpöä tai tiivistyisi kosteutta haitallisia määriä, niin on laitteiston pumput, putket ja venttiilit lämmön- ja kosteuseristettävä riittävän hyvin. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 6.)

2.5 Vastaanottomenettely

Vastaanottovaiheen tarkoitus on selvittää, onko rakennus suunnitellun mukainen rakenteiden ja toimivuuden kannalta. Jos on, niin sen jälkeen voidaan todeta, että urakoitsija on hoitanut sovitun työn, jolloin hän saa myös siitä sovitun korvauksen. Vastaanottovaiheessa tarkistetaan rakennuksen sekä laitejärjestelmät että rakenteet. Tulee niin ikään löytyä erilaiset katselmus- ja tarkastusasiakirjat, joissa kirjallisesti todennetaan, kuinka asiat on hoidettu. Ennen kuin vastaanotto voidaan aloittaa, tulee siihen valmistautua tekemällä sellainen pohjatyö, että vastaanotto on mahdollista. (RT 10-10575 1995, 13; Koivisto 2007, 25-27.)

Laitejärjestelmien osalta valmistautumiseen kuuluvat erilaiset mittaukset ja kokeet. Niistä tehtyjen pöytäkirjojen avulla voidaan osoittaa tietyn laitteen todellinen toimivuus. Valmistautumiseen kuuluvat myös loppupiiirustusten ajan tasalle päivittäminen ja tarkastusdokumentteihin paneutuminen, joista voidaan todeta laitteiden asennustapa sekä toimintakoevalmius. Rakennuksen rakenteiden osalta valmistautumiseen kuuluvat rakenteiden ja pintojen tarkastukset, joissa todetaan niiden laatutaso. Valmistautumisvaiheessa tulee tehdä myös tarvittavat tarkistusmittaukset sekä ennakkotarkistukset, joiden avulla voidaan todeta rakennuksen vastaanottokelpoisuus. Lisäksi tilaajalle/käyttäjälle on annettava täydellinen huoltokirjamateriaali koskien laitejärjestelmiä sekä rakenteita. (RT 10-10575 1995, 13; Koivisto 2007, 25-27.)

Itse vastaanottotilaisuus pidetään urakoitsijan pyynnöstä, jolloin todetaan pöytäkirjojen perusteella, että työt on hyväksytysti suoritettu, myös lisä- ja muutostyöt. Tarkistetaan, että loppupiiirustukset ovat asiallisia. Lisäksi todetaan, että maksut ja muut sopimuksen mukaiset velvollisuudet on hoidettu hyväksytysti. Vastaanottovaiheessa todetaan myös, että urakoitsija on hoitanut omalta osaltaan huoltokirjan edellyttämät velvoitteet. Urakoitsijan tulee myös asiallisesti toimittaa tilaajalle rakennuksen kaikki huolto- ja käyttöohjeet. Mikäli vastaanottotarkastuksessa ilmenee puutteita, niin tilaaja tai hänen edustajansa voi asettaa edellytyksiä työn hyväksymiselle. Näihin edellytyksiin kuuluvat havaittujen sekä listattujen puutteiden tiettyyn ajankohtaan mennessä korjaaminen sekä puutteiden korjaamisen jälkeen viimeisen maksuerän maksaminen. (RT 10-10575 1995, 13; Koivisto 2007, 25-27.)

3 Esimerkkihankkeen eteneminen

3.1 Tampereen kaupungin tapa

Tampereen kaupungin rakennushanke etenee liitteen 3 kaavion mukaan siten, että ensiksi tehdään tarveselvitys, jossa tarkastellaan, onko olemassa riittävät perusteet ryhtyä rakennushankkeeseen. Tämän vaiheen perusteella syntyy hankepäätös, joka voi olla hankkeen kannalta myös kielteinen. Mikäli tarveselvitysvaiheen jälkeen päätetään ryhtyä hankkeeseen, niin seuraava vaihe on hankesuunnittelu, jossa asetetaan tarkat tavoitteet hankkeen lopputulokselle. Tämän vaiheen pohjalta syntyy investointipäätös, jossa määritetään hankkeeseen käytettävä rahasumma. Seuraava vaihe on rakennussuunnittelu, jolloin päätetään hankkeen lopullinen toteuttamistapa. Rakennussuunnitteluvaiheen pohjalta syntyy rakentamispäätös, jonka jälkeen voidaan ryhtyä toteuttamaan hanketta. Kun rakentamisvaihe on saatu päätökseen, on vuorossa vastaanottopäätös, jolloin rakennus voidaan todeta käyttöön otetuksi. Käyttöönoton jälkeen astuvat voimaan rakennuksen eri osille määritellyt takuuajat.

3.2 Hatanpään lukion tarveselvitysvaihe

Yleisesti ottaen Hatanpään lukion tarveselvitysvaiheessa oli läpikäyty hyvin siihen kuuluvia keskeisiä aiheita, kuten tilan hankinnan tarpeellisuus ja tulevaisuuden tilantarve, mutta yksi oleellinen asia eli tavoiteasetanta oli jäänyt lähes kokonaan tekemättä. Tässä luvussa on tarkoitus käsitellä niitä asioita, joissa havaittiin puutteita verrattaessa Hatanpään lukion tarveselvitystä ohjeelliseen tarveselvitykseen. Näin tullaan välttymään vastaavilta epäkohdilta tulevissa samankaltaisissa hankkeissa. (Hatanpään lukion... 2006, 1-4.)

Tavoiteasetanta

Olennaisena osana tarveselvitysvaihetta on tavoiteasetanta, jossa asetetaan tavoitteet tilantarpeen laadulle, laajuudelle, kustannuksille sekä ajalle. Hatanpään lukion tarveselvitystä luettaessa voidaan todeta, että siitä puuttuu kyseisten seikkojen tavoiteasetanta lähes kokonaan. Lisäksi tarveselvitysvaiheessa tulisi pystyä kuvaamaan mahdollisimman tarkasti koulussa tapahtuvan toiminnan tiloille aiheuttamat

vaatimukset. Näin pystyttäisiin alustavasti hahmottelemaan rakennukseen tulevat tilat, jotta koulussa tapahtuva toiminta olisi tarkoituksenmukaista ja mahdollista. Hatanpään lukion tarveselvityksen mukaan kohteen toiminnalliset vaatimukset on määritetty hyvin puutteellisesti. Tästä seuraa, että kouluun suunnitellaan sellaisia tiloja, jotka eivät käyttäjän kannalta täysin palvele tarkoitustaan. Tavoiteasetannan sekä kiinteistössä tapahtuvan toiminnan kuvauksen puutteellisuudet johtavat siihen, että hankepäätös tehdään virheellisten tai vajavaisten tietojen perusteella, jolloin jo tässä vaiheessa hanketta lähdetään ohjaamaan suunnittelua väärille raiteille. Tällaisesta tilanteesta hyvänä esimerkkinä on Hatanpään lukion kellariin sijoitettu bänditila, josta musiikin soittamisesta aiheutuva meteli kantautuu aina ylempiin luokkiin asti. (Hatanpään lukion... 2006, 1-4.)

Tilan hankinnan vaihtoehtojen vertailu

Tarveselvitysvaiheessa tulisi myös pohtia eri ratkaisuja tilojen hankintaa koskien ja niihin liittyviä kustannuksia. Hatanpään lukion kohdalla ei ole varsinaisesti vertailtu muita vaihtoehtoja, joilla saataisiin tilantarve tyydytettävä. Ainoastaan todettiin, että laajennus on mahdollinen. Koska ei ole ajateltu mitään muita mahdollisuuksia tilanpuutteen poistamiseksi, niin ei myöskään ole voitu vertailla eri kustannuksia, joita tarveselvitysvaiheessa tulisi muuten tarkastella. Tämä saattaa johtaa siihen, että tilanpuute ratkaistaan epäkäytännöllisellä ja -taloudellisella tavalla. (Hatanpään lukion... 2006, 1-4.)

3.3 Hatanpään lukion hankesuunnitteluvaihe

Tutustuminen Hatanpään lukion peruskorjaus- sekä laajennustöiden hankesuunnitelmaan osoittaa, että hankesuunnitteluvaihe on suoritettu hyvin puutteellisesti. Voidaan myös todeta, että suuri osa hankesuunnittelun asioista käsiteltiin vasta hankkeen rakennussuunnitteluvaiheessa. Tässä luvussa onkin tarkoitus selvittää, mitä eri puutteita havaittiin Hatanpään lukiossa ja keskittyä siellä esiintyneisiin epäkohtiin. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85.)

Toiminnan asettamat tavoitteet

Hankesuunnitteluvaiheessa yhtenä tärkeänä asiana ovat toiminnan asettamat tavoitteet eli silloin määritellään kiinteistössä tapahtuvan toiminnan vaikutukset ympäristölle, rakennukselle, tiloille ja teknisille järjestelmille sekä kuvataan kiinteistössä tapahtuva toiminta. Kohteen hankesuunnitelmassa ei ole kuvattu lainkaan siellä tapahtuvaa toimintaa vaan ainoastaan tilat, joita korjataan peruskorjauksen yhteydessä. Kun suunnittelun tässä vaiheessa ei ole täysin selvillä rakennuttajan puolelta, mitä tiloissa oikeastaan tehdään ja mitä niiltä vaaditaan, niin tuloksena on tiloja, joita käyttäjä tai omistaja ei ole halunnut. Hyvänä esimerkkinä kyseisestä asiasta on juuri Hatanpään lukion kellarissa sijaitsevan bänditilan toteutus, jota suunniteltaessa ei ollut riittävän tarkkaa käsitystä, millaiseen käyttöön se tulee ja kuinka meluisaa tilassa on. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85.)

Kiinteistönpidolle asetetut tavoitteet

Hankesuunnitelmassa kiinteistönpidolle asetettujen tavoitteiden puutteellisuus on merkittävä ongelma ajan mittaan hankkeen onnistumiselle, koska juuri kiinteistön ylläpito on tärkeässä roolissa, kun ajatellaan kiinteistön elinikää. Mikäli kiinteistön ylläpito hoidetaan asiallisesti, niin kiinteistö saavuttaa sille arvioidun eliniän. Jos taas kiinteistön ylläpitoa laiminlyödään, niin tuloksena on sen elinkaaren lyheneminen. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85.)

Tilojen mitoitusperusteet

Hankesuunnitelmasta tulisi löytyä myös kiinteistön tilaohjelma sekä tilojen vaatimukset. Siinä määritellään tiloille mitoitusperusteet sekä laaditaan hankkeen tilaohjelma, joka sisältää tilakohtaisen toiminnan kuvauksen, tilat, yhteydet, tekniset vaatimukset, varusteet, laitteet ja kalusteet. Hatanpään lukion hankesuunnitelmaa tarkasteltaessa voidaan todeta, että kiinteistön tiloille ei ole eritelty minkäänlaisia mitoitusperusteita. Vaan tilaohjelman tilojen LVIS-ominaisuudet on tehty tiettyjen normien ja standardien mukaan ilman, että käyttäjä tältä osin jo hankesuunnitteluvaiheessa olisi sitoutettu tilojen ominaisuuksiin sekä kustannuksiin. Tilaohjelma onkin tietyiltä osin hyvin tarkka, mutta taas toisaalta siinä on jätetty joitakin asioita kokonaan käsittelemättä, kuten yhteydet ja tilojen varustus. Hankesuunnitelman talotekniikkaselvityksessä on käyty läpi kiinteistön taloteknisiä asennuksia yleisellä tasolla, joten tilaohjelmaan sisältyvien

varusteiden ja laitteiden ominaisuuksia on selvitetty yleisesti eikä tilakohtaisesti, kuten oikeaoppinen tilaohjelmaohje neuvo. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85.)

Tilojen erityisvaatimukset

Tilaohjelmaa ja tilojen vaatimuksia käsiteltäessä tulisi myös määritellä tilaohjelmaa täydentävät erityisvaatimukset sekä hankkeen laajuus. Kohteen tilaohjelmassa ei ole määritelty sen kummemmin tilojen erityisvaatimuksia. Se on erikoista, koska tilaohjelma kuitenkin sisältää esimerkiksi musiikkiluokkia ja luonnontieteiden opetustiloja, jotka asettavat erityisvaatimuksia tilojen varusteille, jotta kyseisten aineiden opetus olisi asianmukaista. Näiden seikkojen laiminlyöminen suunnittelun tässä vaiheessa saattaa johtaa siihen, että tilaajan tilaa koskevat vaatimukset eivät täyty ja tilan ominaisuuksia joudutaan täydentämään hankkeen myöhemmässä vaiheessa, mikä taas mahdollisesti johtaa jo valmiiden suunnitelmien muokkaamiseen työmaalla ja sitä kautta vaikeuttaa hanketta. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85.)

Rakennuspaikka

Rakennuspaikan ominaisuuksiin liittyvät oleellisesti kohteen perustamisolosuhteet, ja miten kunnallistekniikka on hoidettu. Hatanpään lukion hankesuunnitelmassa ei ole mainintaa perustamisolosuhteista eli geoteknisestä tutkimuksesta, vaikka se on oleellinen asia suunniteltaessa rakennuksen rakentamista, vaikka se tässä tapauksessa onkin laajennus. Geotekninen selvitys on tarpeen tehdä, jotta voidaan olla varmoja, että rakennuspaikan maaperä on sellainen, johon suunniteltu rakenne voidaan tehdä. Tosin hankkeen myöhemmistä asiakirjoista selviää, että hankkeen rakennussuunnitteluvaiheessa rakennusalueella suoritettiin geoteknisiä tutkimuksia liittyen laajennuksen perustamistapaan. Olisi hyvä, että kyseiset selvitykset olisi suoritettu jo hankesuunnitteluvaiheessa. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85; Peruskorjauksen suunnittelukokouksien... 2006.)

Viranomaistoimet

Lisäksi hankesuunnitelman tulisi sisältää selvitys rakentamisen edellyttämistä viranomaistoimista, kuten kaavamuutoksesta, poikkeus- ja purkuluvasta, tontin mittauksesta, rekisteröinnistä ja kunnallistekniikasta. Hatanpään lukiosta tehdyssä

hankesuunnitelmassa on käsitelty hyvin puutteellisesti kohteen lupa-asioita, käytännössä niitä ei ole käsitelty lainkaan. Hankesuunnitelman lupamenettelyasioiden käsittely on tärkeää, jotta rakennussuunnittelun alkaessa tiedetään, mitä lupia tulee hankkia, jotta hanke voidaan viedä läpi tarkoituksenmukaisesti. Kohteessahan tehtiin laajennus, joka tuli kaavoituksen rakennusalan ulkopuolelle ja näin ollen siitä olisi ollut hyvä mainita jo hankesuunnitelmassa, jotta välttyttäisiin ongelmilta rakentamisen alkuvaiheessa. Hankeasiakirjoista, jotka on päivätty hankesuunnitelman jälkeen, selviää, että vasta rakennussuunnitteluvaiheessa on aloitettu selvittää lupa-asioita, vaikka niin olisi täytynyt tehdä jo hankesuunnitteluvaiheessa. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85; Peruskorjauksen suunnittelukokouksien... 2006.)

Yhteenveto Hatanpään lukion hankesuunnitteluvaiheesta

Kohteen hankesuunnitelmaa sekä muita hankeasiakirjoja tutkittaessa selviää, että ennen kohteen investointipäätöstä ei haastateltu koulun henkilökuntaa kovinkaan laajalti. Suunnittelupöytäkirjoista käy ilmi, että lähes kaikki opettajien mielipidekyselyt koskien luokkien tilajärjestelyä ja kalustusta järjestettiin vasta hankkeen rakennussuunnitteluvaiheessa, jolloin investointipäätös oli jo tehty. Tämä tarkoittaa sitä, että investointisopimus on tehty noudattaen sellaista tilaohjelmaa, jonka laajuus sekä laatu eivät välttämättä vastaa käyttäjän vaatimuksia. Vasta investointisopimuksen jälkeen hankkeessa otettiin huomioon käyttäjän yksilölliset tarpeet, joita Hatanpään lukion rehtori toi esille hankkeen rakennussuunnittelukokouksissa hyvinkin aktiivisesti. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85; Peruskorjauksen suunnittelukokouksien... 2006; LVI-työselitys, Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy 14.9.2007, 1-33.)

Oikeaoppisen hankesuunnittelun tuloksena syntyy hankesuunnitelma, joka toimii rakennussuunnittelun ohjauksen työvälineenä. Silloin on tilojen laadun sekä laajuuden tavoitteiden asettelu pystytty tekemään mahdollisimman tarkasti. Kohteen rakennussuunnittelun lähtökohtana pidetään hankesuunnitelmaa, jonka tilaohjelma on tehty huomioimatta riittävästi käyttäjien tarpeita. Tällöin on mahdollista, ettei saada täsmälleen käyttäjän haluamia tiloja. Myös hankkeen toiminnalliset, tilakohtaiset sekä laajuustavoitteet on tehty hankesuunnitelman mukaisesti, joten on vaarana, että lopputulos on näidenkin osalta käyttäjän näkökulmasta puutteellinen. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85; Peruskorjauksen suunnittelukokouksien... 2006; LVI-työselitys, Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy 14.9.2007, 1-33.)

Vasta kohteen rakennussuunnitteluvaiheessa otetaan kantaa hankkeen erityispiirteisiin, kuten siihen, että rakennusratkaisujen tulee olla kestäviä sekä helposti huollettavia ja kunnossapidettäviä, jolloin pystytään toimimaan elinkaaritaloudellisesti. Nämä seikat tulisi miettiä jo hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin ne voitaisiin huomioida tilojen simuloinnissa ja tilaohjelman hahmottelussa ja näin saataisiin realistinen investointipäätös. Se kattaisi mahdollisimman hyvin käyttäjän tarpeet ja antaisi edellytykset energiatehokkaalle ja elinkaaritaloudelliselle käytölle sekä ylläpidolle koskien tiloja ja rakennuksia. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85; Peruskorjauksen suunnittelukokouksien... 2006; LVI-työselitys, Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy 14.9.2007, 1-33.)

Rakennussuunnitteluvaiheen aikaisista suunnittelupöytäkirjoista selviää, että tilaohjelmalla suunnitellut tilat eivät vastaa käyttäjän vaatimuksia, ja näin käyttäjän edustaja on joutunut esittämään toivomuksia suunnittelukokouksissa. Kun muutoksia on jouduttu tekemään paljon koskien töiden laajuutta sekä tasoa, ovat myös hankekustannukset nousseet ja näin on ylitetty koululle varattu määräraha. Jo suunnittelupöytäkirjoissa tilaaja toteaa, että mikäli muutokset tehdään, tarkoittaa se, että jotain väistämättä joudutaan jättämään tekemättä tai tiputtamaan laatutasoa tietyissä asioissa. Rakennushankkeen rakennussuunnitteluvaiheessa kuullaan kaikkien hankkeeseen osallistujien mielipiteitä sekä vaatimuksia ja on odotettavaa, että joudutaan tekemään muutoksia ja lisäyksiä. Kuitenkaan ei tarvitsisi muuttaa heikentävästi töiden laajuutta eikä tasoa, jos hankkeen hankesuunnitteluvaiheessa pystyttäisiin mahdollisimman laajasti ja tarkasti määrittämään käyttäjän kiinteistölle asettamat vaatimukset. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85; Peruskorjauksen suunnittelukokouksien... 2006; LVI-työselitys, Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy 14.9.2007, 1-33.)

3.4 Hatanpään lukion elinkaaritalous

Elinkaaritalous sekä kestävä kehitys

Hankesuunnitelmassa tulisi myös käsitellä elinkaaritaloutta sekä kestävää kehitystä sisältäen hankkeesta tehtävän elinkaarianalyysin ja hanketta koskevan määritelmän kestävä kehityksen periaatteista. Hatanpään lukion hankesuunnitelmassa ei ole kohteen

elinkaarianalyysia eikä siinä myöskään ole käyty läpi millään tasolla hankkeen ekologisia tavoitteita. Voidaankin olettaa, että kyseiset asiat ovat jääneet huomioimatta hankesuunnitelmaa tehtäessä. Lisäksi suunnitelmaan kuuluvat hankkeen ylläpidolle asetettavat tavoitteet, joihin vaikuttaa muun muassa kiinteistössä tapahtuva toiminta. Ylläpitoon luetaan kiinteistön käyttö, hoito, huolto ja kunnossapito, joista yhdestäkään ei ole mainintaa kyseisessä hankesuunnitelmassa. Siitä ei niin ikään löydy mitään tietoa, kuinka kiinteistössä tapahtuva toiminta vaikuttaa kiinteistön ylläpitämiseen niin, että se olisi järkevää kiinteistön toiminnan kannalta. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85.)

Hatanpään lukion tilaohjelma

Tarkasteltaessa kohteesta tehtyä tilaohjelmaa elinkaaritalouden kannalta voidaan todeta, että siellä on asetettu hyvinkin tarkasti sekä yksilöidysti ominaisarvoja kiinteistön eri tiloille. Tiloille on esimerkiksi asetettu yksilöidyt lämpötila-arvot ja tulo- sekä poistoilma-arvot. Ne on hyvin tärkeä mitoittaa yksilöidysti eri tiloille niiden käyttötarkoituksen mukaan, jotta käyttäjä pystyy käyttämään tilaansa tarkoituksenmukaisesti ja energiatehokkaasti eli energiaa kulutetaan vain käyttötarpeen mukaan. Lisäksi tilaohjelmassa on määritelty jokaisen tilan pintarakenteen taso eli se, vaaditaanko tilan pintarakenteilta hyvää puhdistettavuutta vai esimerkiksi kovaa kestävyyttä. Tämä seikka on hyvä muistaa, jotta pystytään mahdollisimman tarkasti sekä totuudenmukaisesti arvioimaan rakennuksen ylläpitokustannukset tulevaisuudessa. Yhteenvedona tilaohjelman tarkkuudesta voidaan todeta, että sitä voidaan pitää tarpeeksi realistisena investointipäätöksen pohjana, mitä tulee kiinteistön ylläpitokustannuksiin. Tosin, kuten aiemmissa kappaleissa todettiin, niin tilaohjelman arvot on asettanut suunnittelija kuulematta käyttäjien/tilaajan mielipiteitä. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85.)

Hankkeen tilaohjelmassa käyttökustannukset on otettu huomioon siten, että kiinteistön jokaiseen tilaan on valittu tietyt LVIS-laitteet ja niille on asetettu tietty käyttöpäiväluku, joka määräytyy koulun käytön mukaan. Tarkasteltaessa kyseisiä käyttöpäivälukuja voidaan todeta, että kunkin tilan käyttöpäivät sekä -tunnit ovat realistisia. Näiden seikkojen perusteella voidaan päätellä, että myös hankkeen käyttökustannusten määrä investointipäätös vaiheessa on realistinen simuloitujen tilojen suhteen. Tosin tässä asiassa tulee muistaa, että kyseessä olevat arvot on asettanut suunnittelija puutteellisen tavoiteasetannan perusteella. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85.)

3.5 Hatanpään lukion sisäilman laatu ja energiatehokkuus

Seuraavissa kappaleissa on tarkoitus pohtia, kuinka sisäilman laatu ja energiatehokkuusasiat on hoidettu Hatanpään lukion kohdalla. Lisäksi vertaillaan Hatanpään lukion suunnitteluarvoja ja todellisia arvoja rakentamismääräyksen mukaisiin ohjeisiin ja määräyksiin, jotka ovat rakentamisen aikaisia.

Kuten työn alussa todettiin, on Tampereen kaupunki sitoutunut EU:n pormestarisopimukseen liittymisen myötä vähentämään hiilidioksidipäästöjä 20 % vuoteen 2020 mennessä. Jotta nämä tavoitteet pystytään saavuttamaan, on kiinteistön lämmön- ja sähkönkulutus saatava taloudelliselle ja ekologiselle pohjalle. Näin ollen LVIS-laitteiden suunnittelussa ja toteutuksessa on niiden energiatehokkuus sekä elinkaaritalous otettava huomioon entistä paremmin. Hatanpään lukio on yksi niistä neljästä kiinteistöstä, jotka ovat mukana PirCO2-jatkohankkeessa. Sen tarkoituksena on arvioida kiinteistöjen energiatehokkuutta ja juuri Hatanpään lukion kaltaisissa peruskorjaushankkeissa LVIS-ratkaisuihin on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Hatanpään lukion mitoituslämpötilat

Kohteen LVI-työselostuksesta käy ilmi, että rakennuksen puku- ja pesutilojen mitoituslämpötilana on käytetty arvoa 23°C ja muiden lämmitettävien huonetilojen arvona 21°C. Suomen rakentamismääräyskokoelma ohjeistaa taulukon 1 mukaan siten, että puku- ja pesuhuoneiden mitoituslämpötilana olisi suotavaa käyttää arvoa 22°C ja muiden lämmitettävien tilojen mitoituslämpötilana arvoa 21°C, jotta tilan oleskeluvyöhykkeellä saavutettaisiin viihtyisät lämpöolosuhteet. (LVI-työselitys, Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy 14.9.2007, 16.)

Kohteen suunnittelu- ja mitoituslämpötiloina on käytetty ohjeistuksessa määriteltyjä lämpöarvoja, joten tilojen lämpötilamitoitus on suoritettu asiallisesti. Kun suunnittelu on kunnossa, tiedetään, mihin pyritään ja toteutus helpottuu.

Jos ajatellaan mahdollisimman energiatehokasta rakennuksen käyttöä, niin rakennuksen lämpötilat tulisi toteuttaa sekä suunnitella siten, että ne täyttävät ohjeet sekä määräykset ja kuitenkin tavalla, etteivät lämpötila-arvot olisi tarpeettoman suuria, jolloin välttyttäisiin turhalta energiankäytöltä.

Hatanpään lukion ääniolosuhteet

Kohteesta tehdystä LVI-työselostuksesta selviää, että rakennuksessa käytettävien LVI-laitteiden sallittujen äänitasojen mitoitusarvoina on käytetty Suomen rakentamismääräyskokoelman antamia ohjearvoja, jotka selviävät raportin taulukosta 4. Samaisesta työselvityksestä käy ilmi, että rakennuksessa käytettävien LVI-laitteiden ääneneristykset on suoritettu asiaankuuluvalla tavalla. (LVI-työselitys, Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy 14.9.2007, 24-25.)

Kohteen ilmastointikanavien ääneneristys on suoritettu sisäpuolisena mineraalivillalevyverhouksena, jossa kanavan koko määrittelee eristeen määrän ja näin taataan, että kanavaa ympäröivä eriste tuottaa riittävän ääneneristyksen. Myös kohteen vesikatolle kiinnitetään huippuimureita, joiden piippuihin asennetaan ääniloukku ja alipainepelti, jotka myös ovat toiminnaltaan äänettömiä. Näin varmistetaan, ettei huippuimureista synny haitallista melua ympäristöön sallittua enempää. Luokkien, aulan sekä juhlasalin tulo- sekä poistoilmakojeet on myös varustettu äänenvaimentimilla, jotka myös omalta osaltaan varmistavat, että tilojen desibelimäärät pysyvät taulukon 4 mukaisissa arvoissa. (LVI-työselitys, Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy 14.9.2007, 24-25.)

Kohteen jo ennen remonttia olleen rakennuksen osalta ulkovaipan voidaan olettaa olevan riittävä ääneneristyksen kannalta. (LVI-työselitys, Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy 14.9.2007, 24-25.)

Hatanpään lukion valaistusolosuhteet

Kohteessa on käytetty energiatehokkaita valaisimia ja hankkeen suunnittelussa on pyritty ottamaan mahdollisimman tehokkaasti huomioon luonnonvalon käyttö valonlähteenä. Lisäksi koulun porraskäytävien valot toimivat tunnistimilla ja aulojen valot ajastimilla, jolloin vältetään turhaa energiankulutusta. (Hatanpään lukion... 2006, 7.)

Hatanpään lukion ilmavirrat

Kohteessa tehtiin vastaanottovaiheessa poisto- sekä tuloilmavirtojen mittauksia, taulukossa 6 on suoritettujen mittauksien arvoja.

Taulukko 6: Kohteen poisto- sekä tuloilmavirtojen suunnittelu- ja mittausarvot
(Vastaanoton aikainen... 29.6.2009, 1-3.)

Kohteen suunniteltuja sekä mitattuja tulo- ja poistoilmavirtoja								
Tulopuoli		Suunnitteluarvo		Mittausarvo	Poistopuoli		Suunnitteluarvo	Mittausarvo
Tila	n:o	(m³/s)		(m³/s)	Tila	n:o	(m³/s)	(m³/s)
Juhlasali	214	10,04		9,82	Juhlasali	214	10,07	10,81
Aula	400	4,63		4,70	Aula	400	5,20	5,20
Luokka	401	3,78		3,87	Luokka	401	3,78	3,95
Luokka	403	4,30		4,22	Luokka	403	4,30	4,54
WC	410				WC	410	8,33	8,66
Siivouskomero	408				Siivouskomero	408	4,28	6,42
Aula	300	4,64		4,70	Aula	300	5,22	5,22
Luokka	301	3,77		3,87	Luokka	301	3,77	4,01
Luokka	303	4,28		4,46	Luokka	303	4,30	4,50
Aula	200	4,68		4,86	Aula	200	5,27	5,66
Luokka	201	3,81		3,83	Luokka	201	3,81	3,93
Luokka	203	3,07		3,21	Luokka	203	6,04	5,85
WC	207				WC	207	22,72	22,72
Siivouskomero	221				Siivouskomero	221	4,28	5,35
Aula	100	4,76		4,68	Aula	100	5,35	5,35
Luokka	102	4,31		4,15	Luokka	102	4,31	4,47
Luokka	103	4,30		4,46	Luokka	103	4,30	4,30

Kun taulukon 6 tuloilma- sekä poistoilma-arvoja verrataan taulukoiden 4 ja 5 vastaaviin arvoihin, niin voidaan todeta, että kohteessa on käytetty oikeita suunnitteluarvoja, koska mitoitusarvot vastaavat pääsääntöisesti ohjeellisia ilmapvirtausmääriä. Lisäksi vastaanottovaiheessa suoritettut mittausarvot menevät yli ohjeellisten arvojen. Tosin jos ajatellaan, että tiloja käytettäisiin energiatehokkaasti, niin suunnitteluarvot voisivat olla lähempänä taulukoiden 4 ja 5 lukemia, jolloin säästytettäisiin turhalta energiankulutukselta.

Hatanpään lukion tuloilman suodatus

Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy:n tekemästä tulo- ja poistoilmakojeluettelosta selviää, että kohteessa on käytetty EU5- sekä EU7-tason ilmansuodattimia, jotka vastaavat F5- ja F7-ilmansuodatinnimikkeitä. Näin ollen voidaan todeta, että kohteessa käytetyt ilmansuodattimet ovat sitä luokkaa, että niillä varmistetaan riittävät lähtöedellytykset ajatellen hyvää sisäilmastoa. (Tulo- ja poistoilmakojeluettelo, Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy 14.9.2007, 1-7.)

Hatanpään lukion ilmanjako ja -poisto

Kohteen LVI-työselityksestä käy ilmi, että rakennuksen tuloilmakanaviin asennetaan kattohajottimet varmistamaan, että rakennuksen tiloihin ohjautuva tuloilma jakautuu tasaisesti ja näin mahdollistaa hyvän sisäilmaston. Selityksestä selviää myös, että luokkiin tulevat ilmanjakolaitteet varustetaan säätö- ja vaimennusosilla, jotka mahdollistavat laitteiden määräysten mukaisen sekä energiatehokkaan käytön. Myös kohteen veto- ja myrkykaappien poistoilmakanavointi on suunniteltu hoidettavan asiallisesti erillisellä PVC-poistoilmakanavalla. Kohteen ilmastointilaitteiden suunnittelussa on myös huomioitu taulukon 4 mukaiset äänitason maksimi-arvot, jotka ovat omalta osaltaan olleet yhtenä mitoitustekijänä kohteen ilmastointilaitteiden äänitasoja mitoitettaessa. (LVI-työselitys, Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy 14.9.2007, 1-33.)

Hankkeen energiatehokkuustavoitteiden asettelu tarkastelu

Kohteen hankesuunnitteluvaihetta tarkasteltaessa voidaan todeta, että kyseisessä vaiheessa on puutteellisesti hoidettu tavoitteiden asettelu koskien energiatehokkuusasioita. Jo hankesuunnitteluvaiheessa pitäisi ottaa kantaa sellaisten laitteiden ja rakenteiden suunnitteluun sekä toteuttamiseen, joilla saavutettaisiin energiatehokas rakennuksen käyttö ja joka olisi myös elinkaaritaloudellinen pitkällä aikavälillä. Mikäli näitä asioita ei huomioida jo hankesuunnitteluvaiheessa, niin on vaikea myöhemmin rakennussuunnitteluvaiheessa tehdä sellaisia muutoksia, jotka lisäisivät rakennuksen energiatehokkuutta, koska silloin on jo investointisopimus tehty ja hankkeen määräraha lyöty lukkoon. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85.)

Hankkeen sisäilman laatutavoitteiden asettelu tarkastelu

Sisäilman laatu on merkittävässä roolissa, kun ajatellaan viihtyvyyttä sekä suunniteltua toimintaa rakennuksen tiloissa. Jotta olisi mahdollista saada hyvä sisäilma ja käyttäjän kannalta tarkoituksenmukainen, niin tulisi käyttäjän kertoa mielipiteensä jo hankesuunnitteluvaiheessa. Silloin vielä kyetään vaikuttamaan tuleviin asioihin, muun muassa sisäilman laatuun. Kyseessä olevan rakennuksen hankesuunnitteluvaiheessa ei mainita sanallakaan tulevan sisäilman suunnittelusta eikä sen ohjauksesta eli ei ole asetettu mitään tarkkoja tavoitteita sisäilmastolle. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85.)

Tässä tapauksessa suunnittelija on tilaohjelmalla suunnitellut tulevien tilojen lämpötilat sekä tulo- ja poistoilmamäärät ainoastaan sellaisten tiettyjen normien mukaan, joita yleisesti käytetään suunniteltaessa koulukiinteistön tiloja. Jos käyttäjä esimerkiksi haluaisikin johonkin tilaan normeista poikkeavan sisäilman laadun, niin hän ei sitä välttämättä enää tulisi saamaan, koska tilat on jo suunniteltu tiettyjen suunnitteluarvojen mukaan ja niiden perusteella on tehty investointipäätös ja järjestetty rahoitus. Mikäli käyttäjä haluaa muutoksia ilmanlaatuun, tarkoittaa se sitä, että kustannukset nousevat. Seurauksena on, että se raha tullaan säästämään jossain muussa koulua koskevassa hankkeessa. (Hatanpään lukion... 2006, 1-85.)

Tavoitteiden toteutuminen

Hankesuunnitteluvaiheessa tulisi hankkeelle asettaa täsmällisiä tavoitteita. Hatanpään lukion hankeasiakirjoista selviää, että tavoitteiden asettelu on jäänyt hyvin puutteelliseksi. Sen vuoksi on hankala lähteä analysoimaan, mitkä tavoitteet ovat toteutuneet ja millä tavoin, koska niitä ei ole koskaan tarkkaan mietitty.

Tietysti tärkein tavoite on saavutettu eli koulukiinteistö on saatu peruskorjattua, eikä käyttäjä ole antanut juurikaan negatiivista palautetta. Mutta kuten todettu, jotta kiinteistöä voitaisiin käyttää energiatehokkaasti sekä elinkaaritaloudellisesti, on kiinteistökorjauksen lopputulokselle määriteltävä konkreettisia tavoitteita, joihin jo hankesuunnitteluvaiheessa voidaan tähdätä. Kun ei kyseistä tavoiteasettelua ole tehty, niin on suunnittelua viety eteenpäin tiettyjen vanhojen suunnittelutapojen, normien ja ohjeiden mukaan. Tällöin vaarana on, että suunnittelun tasosta johtuen ei saavuteta vaadittua kiinteistön energiatehokkuutta eikä myöskään elinkaaritaloudellisuutta.

3.6 Peruskorjauksen toteutus

Hatanpään lukion peruskorjaus suoritettiin kevään 2008 ja kesän 2009 välillä. Koska töitä tehtiin koulutyön aikana, niin koulun pihaan tuotiin kuusi luokkaa käsittävä, siirrettävä kouluyksikkö mahdollistamaan opiskelun jatkuminen myös peruskorjauksen ajan.

Maanrakennus

Peruskorjauksen yhteydessä rakennuksen perustusten veden poisjohtamista parannettiin asentamalla koko rakennuksen ympärille salaojaputkitus. Lisäksi rakennuksen kellarin seinään asennettiin ulkopuolinen kosteudeneristys ehkäisemään kosteuden siirtymistä kellarin seinään ja sitä kautta rakenteisiin. Samalla kun salaojaputkitus asennettiin, niin asennettiin myös radonputkitus ehkäisemään radonkaasujen pääsyä kiinteistöön. Rakennuksen ja sen perustusten kosteusrasitusta parannettiin uusimalla piha-alueen sadevesijärjestelmää, jotta piha-alueen vedet pysyvät hallinnassa ja vedet pystytään johtamaan hallitusti pois rakennuksen lähetyviltä. (Hatanpään lukion... 2007, 1-40.)

Runko ja vesikatto

Hatanpään lukion peruskorjauksen yhteydessä rakennuksen julkisivut paikka- ja rapattiin, jonka jälkeen ne myös maalattiin lähes kauttaaltaan. Myös koulun vesikate todettiin huonokuntoiseksi ja se uusittiin peruskorjauksen yhteydessä. Lisäksi kiinteistöön rakennettiin toinen, kokonaan uusi porrashuone lisäämään paloturvallisuutta. Paloturvallisuutta kohennettiin myös parantamalla vanhojen välipohjien palo-osastointia ja niin ikään palo-osastoitiin vanha porrashuone. (Hatanpään lukion... 2007, 1-40.)

Ikkunat ja ovet

Lisäksi koulun ikkunat olivat jo niin huonossa kunnossa ja energiatehottomia, että ne uusittiin. Myös koulun ovet uusittiin osittain ja vanhoja ovia kunnostettiin. (Hatanpään lukion... 2007, 1-40.)

Sisäpuolen pintarakenteet

Koulun sisäpuolen lattioiden sekä seinien pintarakenteet olivat tulleet jo elinkaarensa loppupäähän ja näin koulun vanhat pintarakenteet jouduttiin pääosin uusimaan. (Hatanpään lukion... 2007, 1-40.)

Tilamuutostyöt

Kiinteistöön tarvittiin lisää tiloja oppilaiden ja opettajien käyttöön, joten 1. kerroksen vanha vahtimestarin asunto muutettiin opettajien työtilaksi. Lisää tiloja saatiin käyttöön myös kellarikerrosta syventämällä ja näin sinne saatiin sijoitettua varastoja, huoltotiloja,

opettajien sosiaalitilat ja oppilaskunnan tilat. Kellarin hyötykäyttöönnoton myötä sinne saatiin toteutettua kiinteistön tekniset tilat. Liikkumista koulussa parannettiin rakentamalla kiinteistön pohjoispuolelle uusi hissi. Pohjoispuolelle tehtiin myös uudet wc-tilat, jotka hajasijoitettiin rakennuksen jokaiseen kerrokseen. Näin lisättiin koulun mukavuutta huomattavasti. (Hatanpään lukion... 2007, 1-40.)

LVIS-työt

Kouluun tehtiin uusi lämmönjakokeskus, joka liitettiin kaukolämpöverkkoon. Näin koulun lämmitys saatiin nykypäivän tasolle ja mahdollisimman energiatehokkaaksi. Lisäksi kaikki koulun vanhan lämmitysjärjestelmän laitteet, lämpöpatterit ja putkistot purettiin ja tilalle asennettiin uudet lämpöjohdot sekä -patterit. Kiinteistöön asennettiin myös uudet vesijohdot, jätevesiviemärit ja kalusteet, jotka mahdollistavat elinkaaritaloudellisen sekä energiatehokkaan käytön jatkossa. Kiinteistön energiatehokasta käyttöä parannettiin asentamalla uudet ilmastointilaitteet, joilla onnistuu lämmöntalteenotto poistoilmasta. Lisäksi rakennukseen tehtiin uudet IV-kanavat, jolloin niiden ilmantiiveys paranee ja energiaa säästyy. Kiinteistöön asennettiin vielä uusi automaatiojärjestelmä, joka myös varmistaa omalta osaltaan rakennuksen energiatehokkaan käytön. Järjestelmän avulla voidaan laitteiden toimintaa säädellä käytön mukaan, jolloin energiaa ei kulu turhaan. (Hatanpään lukion... 2007, 1-40.)

Myös kiinteistön vanhat sähkö- ja teleliittynät ja kaikki niihin liittyvät vastaavat järjestelmät uusittiin peruskorjauksen yhteydessä. Kiinteistön uusi sähkö- ja teletila sijoitettiin rakennuksen kellarikerrokseen. (Hatanpään lukion... 2007, 1-40.)

3.7 Vastaanottomenettely

Jotta vastaanotto olisi mahdollista suorittaa, niin kohteessa on tehtävä erilaisia tarkastuksia sekä koekäyttöjä. Niiden avulla pystytään osoittamaan, että työt on suoritettu sovitusti. Hatanpään lukion kohdalla tämä vastaanottoon valmistautuminen hoidettiin niin, että rakennustarkastuksen loppukatselmus pidettiin hyväksytysti 29.6.2009; koululla pidettiin myös lopputarkastukset paloturvallisuuden, hissien, LVV-töiden, sähköasennusten sekä kaukolämmön osalta hyväksytysti. Tarkastuksissa havaitut virheet sekä puutteet merkittiin ylös tarkistuspöytäkirjaan, joka toimitettiin tilaajalle. Hankkeen asiakirjoista selviää, että urakoitsijoiden piti korjata

lopputarkastuksissa havaitut virheet sekä puutteet erilliseen tarkastuskierrokseen mennessä. Sen ajankohdaksi sovittiin 20.7.2009. Lisäksi 30.6.2009 pidetyssä välitavoitteen tarkastuskokouksessa päätettiin, että käyttäjille järjestetään erikseen tilojen käyttöopastus, joka sitten pidettiin koululla 2.7.2009. (Peruskorjauksen välitavoitteen... 30.6.2009, 1-4.)

Hankkeen asiakirjoista löytyy pöytäkirja kokouksesta, jonka tarkoituksena oli varmistaa työmaan tilanne niin, että koulutyö pääsee alkamaan ajallaan. Tässä kokouksessa käsiteltiin myös eri tahojen tekemiä puute- sekä vikalistoja, jotka olivat syntyneet erilaisten tarkastuskierrosten jälkeen. Tämän kokouksen jälkeen pidettiin vielä toinen kokous, jossa tarkastettiin aiemmassa kokouksessa havaittujen puutteiden sekä vikojen korjaukset ja huoltokirjamateriaali. Tällöin tuli ilmi, että vikalistat ja huoltokirjamateriaali olivat puutteellisia. (Peruskorjauksen tarkastuskokouksen... 10.8.2009, 1-12.)

Varsinainen vastaanottokokous pidettiin 18.9.2009 ja siinä todettiin, että kaikki viranomaisten pitämät tarkastukset on pidetty ajallaan. Tilaisuuden pöytäkirjassa on huomautus, että palotarkastus tulee pitää uudestaan, koska sitä koskevassa pöytäkirjassa on puutteita. Vastaanottokokouksen pöytäkirjassa on myös maininta, että niiden urakoitsijoiden, joilla on vielä puutteellisuuksia omissa urakkasuorituksissaan, tulee korjata ne. Todettiin myös, että kaikki urakoitsijoiden vastattaviksi katsotut virheet ja puutteet tulisi korjata 30.9.2009 mennessä. Vastaanottokokouksen pöytäkirjasta selviää myös, että käyttäjän eli Hatanpään lukion edustaja on tyytymätön koulun kellarissa sijaitsevan bänditilan ääneneristävyyteen, koska bänditilasta lähtevä ääni kantaautuu aina yläpuolella oleviin luokkatiloihin asti. Pöytäkirjan mukaan arkkitehdin kanta asiaan oli, että hankesuunnitteluvaiheessa tilan määritelmänä oli hillityn musiikin soittaminen ja että tämänhetkinen ratkaisu sen myös mahdollistaa. Arkkitehti niin ikään täydensi, että nykyiset rakenteet eivät edes mahdollista täysin eristetyn tilan rakentamista. Mikäli tilasta halutaan ääneneristävyydeltään riittävä, niin tulee nykyiseen tilaan rakentaa uusi tila, jolloin jouduttaisiin käyttämään raskaita rakennusmateriaaleja. Rakennuttajan kanta asiaan taas oli, että arkkitehdin mainitsema taso oli suunnittelun lähtökohtana ja tämänhetkinen urakkasuoritus vastaa sitä. (Peruskorjauksen vastaanottotarkastuksen... 18.9.2009, 1-8.)

Kokouksen pöytäkirjasta selviää myös, että sovittiin asiaankuuluvasti tilaajan ja urakoitsijan välisistä vaateista. Urakoitsijoiden vaateet tilaajalle olivat maksamattomien maksuerälaskujen urakkasopimuksen mukainen suorittaminen sekä lisä- ja muutostöistä aiheutuneiden lisälaskujen maksaminen. Tilaajan vaateet urakoitsijoille taas olivat, että virhe- ja puuteluetteloiden mukaiset korjaukset tulisi tehdä 30.9.2009 mennessä sekä luovutusdokumentaation valmistaminen ja hyväksyttäminen tilaajan valvojalla 30.9.2009 mennessä niiden urakoitsijoiden osalta, joilta ne puuttuivat. Lisäksi urakoitsijoiden tuli toimittaa käyttö- sekä huoltokirjamateriaali 30.9.2009 mennessä. Kokouksessa todettiin, että tarkastusten ja niistä syntyneiden pöytäkirjojen perusteella voitiin kohde ottaa vastaan. Tarkastetut työt hyväksyttiin ja otettiin vastaan 19.9.2009 lähtien. Lisäksi kokouksessa sovittiin myös vakuuksien palauttamisesta sekä takuuajoista ja -huolloista. (Peruskorjauksen vastaanottotarkastuksen... 18.9.2009, 1-8.)

Yhteenveto kohteen vastaanottomenettelystä

Vastaanoton aikaisia pöytäkirjoja tarkasteltaessa voidaan todeta, että Hatanpään lukion vastaanotto oli hyvin aikataulutettu ja koululla oli pidetty riittävästi tarkastuksia ja viranomaistarkastukset oli suoritettu asiallisesti. Lisäksi oli sovittu sekä vikojen että puutteiden korjauksesta asianmukaisella tavalla. (Peruskorjauksen välitavoitteen... 30.6.2009, 1-4; Peruskorjauksen tarkastuskokouksen... 10.8.2009, 1-12; Peruskorjauksen vastaanottotarkastuksen... 18.9.2009, 1-8.)

Tosin tämän työn aikana on herännyt kysymyksiä siitä, onko lämmitysjärjestelmien vastaanottotarkastukset hoidettu asiaankuuluvalla tavalla, koska vuoden 2010 alussa koululla oli kylmyydestä johtuvia ongelmia. Toisaalta vastaanottokokouksen pöytäkirjan takuuajan huollot -kohdasta selviää, että lämmitysjärjestelmän lämmönsäätö on sovittukin tehtäväksi seuraavan lämmityskauden aikana. Näin ollen urakoitsijan olisi pitänyt loppusyksystä säätää lämmitysjärjestelmä ja siihen liittyvien laitteiden asetukset olosuhteiden vaatimalle tasolle. (Peruskorjauksen välitavoitteen... 30.6.2009, 1-4; Peruskorjauksen tarkastuskokouksen... 10.8.2009, 1-12; Peruskorjauksen vastaanottotarkastuksen... 18.9.2009, 1-8.)

Koulun vahtimestarin laatimasta vika- ja puutelistasta voidaan myös päätellä, että viimeisimpien koululla tehtyjen tarkastusten virhe- ja puutelistat on hoidettu puutteellisesti. (Sivonen 23.2.2010.)

3.8 VIPU-ohjelma

Tässä työssä käytetään Haahtela-kehitys Oy:n VIPU-ohjelmaa, jolla on tarkoitus suorittaa listaus Hatanpään lukion takuuajan vioista ja puutteista, joista myös on raportti tämän työn liitteenä. Normaalisti VIPU-ohjelmaa käytettäisiin jo hankkeen vastaanottovaiheessa, mutta se on vasta koekäyttötasolla Tampereen kaupungin kiinteistöpuolella, joten Hatanpään lukiossa takuuajan virheiden sekä puutteiden listaus toimii ohjelman koekäyttönä.

Seuraavassa on kerrottu, kuinka VIPU-ohjelmaa on käytetty Hatanpään lukion peruskorjauksessa vikojen ja puutteiden kartoittamiseen. Ensiksi kiinteistön kaikkien kerrosten pohjapiirrokset vietiin DWG-muodossa VIPU-ohjelmaan, jonka jälkeen ohjelmaan voitiin tehdä tiedosto Hatanpään lukiolle. Näin ohjelmalla kyettiin tarkastelemaan kiinteistön jokaista kerrosta erikseen. Käytännössä edetään niin, että tarkastaja kulkee kannettavan tietokoneen kanssa kiinteistössä ja merkitsee virheen tai puutteen kyseessä olevan kerroksen pohjapiirrokseen ja nimeää virheen. Virheen tai puutteen merkintä voidaan tehdä hyvin seikkaperäisesti ohjelman avulla, esimerkiksi lisäämällä virheestä otettu kuva kyseiseen kohtaan.

Kommentteja VIPU-ohjelmasta

Mielestäni VIPU-ohjelma sopii hyvin tämänkaltaisten koulukiinteistöjen peruskorjauksissa vastaanottotarkastusten työvälineeksi. Ohjelmaa on helppo ja yksinkertainen käyttää. Siihen on mahdollista tuoda AutoCAD:lla tehtyjä DWG-pohjaisia kuvia. Työskentely helpottuu, koska silloin voidaan hyödyntää päivitettyjä ja mittatarkkoja kuvia. Ohjelmassa pystytään myös valitsemaan urakoitsijarekisteristä työn suorittanut urakoitsija, jolloin ohjelma antaa päivitetyn listan kyseisen urakoitsijan mahdollisesti tekemistä virheistä, joihin luonnollisesti kannattaa kiinnittää huomiota vastaanottotarkastusta tehtäessä.

Itse virheen lisääminen ja sen päivittäminen ohjelmaan on helppoa. Lisäksi virheen konkretisointia helpottaa, että ohjelmassa on mahdollista lisätä siitä kuva virhemerkinnän alle. Näistä järjestelmään viedyistä virheistä saadaan niin ikään tuloste, joka mielestäni toimii selkeänä vika- ja puutelistana. Vastaava lista pystytään ottamaan

erikseen jokaisen urakoitsijan kohdalta ja näin listat voidaan välittää nopeasti eri urakoitsijoille.

Peruskorjaus- ja laajennustöiden havaitut virheet ja puutteet

Hatanpään lukion peruskorjaushankkeen sekä siihen liittyvien pihatöiden takuu-aika alkoi 19.9.2009 ja päättyi 18.9.2011. Tosin ulkopuolisten teräsrakenteiden maalaustöiden, veden- ja kosteudeneristystöiden sekä huopakatteisten vesikattotöiden osalta takuu-aika päättyi 18.9.2019. Tässä osiossa on pyritty käymään läpi Hatanpään lukion peruskorjaus- ja laajennustöiden virheitä sekä puutteita. Seuraavat virheet ja puutteet on havaittu tarkistuskierroksilla, joita on suorittanut koulun vahtimestari päivittäessään peruskorjaus- ja laajennustöiden vikalistaa. Raportin liitteenä on tarkka vika- ja puutelistaselvitys koskien Hatanpää lukion peruskorjaus- ja tilamuutostöitä. (Peruskorjauksen vastaanottotarkastuksen... 18.9.2009, 5.)

Lähes kaikissa koulun uusissa hätäpoistumisovissa havaittiin ongelmia koskien niiden yhteensovittamista karmien ja ovien vieressä olevien ovivasikoiden kanssa. Ongelma tulee esiin, kun ovi laitetaan kiinni. Silloin oven ja ovivasikan väliin jää selvä rako. Siitä pääsee lämmityskaudella kylmä ilma sisään, ja ylempänä rakennuksessa lämmin ilma siirtyy ulospäin paine-eron vaikutuksesta. Sama ongelma on tosin koulun monissa sisäovissakin, jolloin taas syntyy luokkiin meluhaittaa äänentason noustessa riittävän suureksi käytävässä. Ovia lähemmin tarkasteltaessa todettiin, että sekä oven että karmin tiivisteet eivät kohdanneet asennusvirheistä johtuen. Oven ja karmin väliin jäi suuri rako, jolloin ovien ääneneristävyyshyöky heikkenee entisestään. (Sivonen 23.2.2010.)

Koulun mediateekin ja juhlasalin tiloissa havaittiin monenlaisia puutteita sekä virheitä. Juhlasalin parkettilattiassa huomattiin parketin virheellisestä kiinnityksestä johtuvaa lattian pintarakenteen liikkumista. Myös lattiassa olevien audiolaitteiden kannet todettiin viallisiksi. Lisäksi juhlasalin esiintymislavalla useasta pistorasiasta puuttuivat kannet, ja siellä sijaitseva sähkökeskus muutenkin oli sotkuisen ja keskeneräisen näköinen irtonaisine sähköjohtoineen. (Sivonen 23.2.2010.)

Juhlasalin esiintymislavan takana on välinevarasto, jossa havaittiin viemäri- ja vesijohtojen läpivientitukkeiden puuttuminen. Lisäksi samaisessa tilassa oli tekemättä kaapeliläpivientien palomassaus. Välinevaraston pesuallas ei myöskään ollut vielä toiminnassa eli siihen ei tullut vettä. Esiintymislavan yläkerrassa havaittiin myös

tukkimaton, suoraan katolle menevä jäähdytinkoneen läpivientireikä, jota ei ollut tiivistetty millään tavalla. (Sivonen 23.2.2010.)

Koulun vanhan osan ja laajennusosan saumaliitoksessa havaittiin puutteita, jotka saattavat johtaa ajan kuluessa siihen, että kosteus pääsee rakenteiden sisälle ja aiheuttaa siellä kosteusongelmia. Lisäksi koulun sokkelissa havaittiin murtumisen merkkejä, mikä on merkki rakenteiden liikkumisesta. (Sivonen 23.2.2010.)

Koulun henkilökunta on valittanut aina vastaanottovaiheesta lähtien meluhaitasta, joka syntyy kellarin bändi-tilasta yläpuolella olevaan luokkaan. Arkkitehti on todennut, että hän oli jo hankesuunnitteluvaiheessa ilmoittanut kyseisen tilan soveltuvan ainoastaan hillityn musiikin soittamiseen. Pöytäkirjojen mukaan rakennuttajan kanta asiaan oli, että toteutus vastaa suunnittelua, jolloin sitä vastaa myös urakkasuoritus. Hankkeen asiakirjoista voidaan todeta, ettei hankesuunnitelmassa eikä muissakaan asiakirjoissa ole minkäänlaista mainintaa kyseisen tilan suunnittelutasosta. Tässä tapauksessa tulee hyvin ilmi, kuinka käyttäjän mielipiteet ja toiveet jäävät huomiotta, kun hankesuunnitteluvaihetta ei hoideta asiaankuuluvalla tavalla. (Peruskorjauksen vastaanottotarkastuksen... 18.9.2009, 3.)

Myös Hatanpään lukion radiaattoreista osa on sijoitettu huonosti niiden toimintaperiaatetta ajatellen, koska ne on asennettu seinässä olevaan syvennykseen. Silloin lämpöpatterista lähtevä lämpö ei pääse kiertämään vapaasti huoneilmaan, vaan lämpövirta joutuu tekemään mutkan mukaillessaan seinärakennetta, jolloin myös sen lämmitysteho pienenee huomattavasti.

4 Käyttäjäpalaute

Hatanpää lukion henkilöstölle tehtiin AX-Suunnittelun toimesta joulukuussa sähköisessä muodossa palautekysely, jossa tiedusteltiin miten hyvin koulun tilojen ominaisuudet on pystytty toteuttamaan perusparannuksen yhteydessä. Kyselyyn vastasi kaikkiaan 10 henkilöä. Kyselyssä pyydettiin ottamaan kantaa tilojen lämpötiloihin, ilmanlaatuun, muotoon, kokoon ja tilankäyttöön. Tarkoituksena oli, että palautekyselyn jälkeen voitaisiin suunnata koulussa tehtävien mittauksien pääpaino niihin epäkohtiin, joita kyselyssä tulisi esiin ja näin saataisiin tietää niiden todellinen tilanne.

Toiminnallisuus

Palautteista kävi ilmi, että pääsääntöisesti ollaan tyytyväisiä tilojen sähkötekniisiin ratkaisuihin, kuten valaistukseen ja sähköpistorasioiden sijoitteluun. Useassa palautteessa mainittiin, että tilat ovat ahtaita, kun niitä kuormitetaan suurilla ryhmillä. Edellä mainittu saattaa osittain johtua siitä, että joitakin luokkatiloja on mitoitettu liian pienelle oppilasmäärälle. Tämä ongelma on varmasti monessa muussakin Tampereen koulussa, koska kouluihin otetaan sisään maksimimäärä oppilaita. (Koulun henkilökunnan... 19.12.2009.)

Olosuhteet

Palautteiden perusteella voidaan todeta, että koulun henkilöstöstä kyselyyn vastanneet ovat lähes kaikki tyytyväisiä koulun tilojen ilmanlaatuun, mutta koulun lämpötilaolosuhteet saivat kritiikkiä. Esimerkiksi eräs kyselyyn vastannut henkilö ilmoitti luokahuoneensa lämpötilaksi 18 - 19 °c. Tosin tähänkin seikkaan löytyi järkevä selitys, kun koululla mittauksia suorittavat AX-Suunnittelun asiantuntijat kävivät koululla tarkistamassa tiloja ennen mittauksien aloittamista tammikuussa 2010. Silloin he huomasivat, että koulun lämpöverkon pääkiertopumput oli asetettu minimikierroksille ja siksi lämmitystehot olivat alhaiset. Nyt kun pumppujen taajuusmuuttajien arvot on säädetty oikein, niin koulun lämpöolosuhteet ovat normalisoituneet. (Koulun henkilökunnan... 19.12.2009.)

Palautteista kävi myös ilmi, että museoviraston ohjeistuksen mukaan paikalleen jätetyt vanhat ovet koettiin epätarkoituksenmukaisiksi. Palautteissa kritiikkiä saivat myös uudet ovet ja muutkin rakenteelliset seikat, jotka mahdollistivat meluhaittojen synnyn.

Lisäksi kellarissa oli havaittu eräässä tilassa hieman niin sanottua kellarin hajua, mikä johtuu kellarissa havaitusta kosteusongelmasta. (Koulun henkilökunnan... 19.12.2009.)

5 Kehitysehdotukset

5.1 Tarveselvitysvaihe

Jo hankkeen tarveselvitysvaiheessa tulisi pystyä kuvaamaan mahdollisimman tarkasti tulevien tilojen rakenteita ja näille asetettuja vaatimuksia, jotta rakennushanke onnistuisi. Lisäksi tilojen ominaisuuksia tulisi pystyä kuvaamaan paremmin kuin tämän hankkeen tarveselvityksessä. Näin tiloja suunnittelemaan palkattu asiantuntija tietäisi mahdollisimman tarkasti, minkälaisia asioita tiloilta vaaditaan erityisesti käyttäjän toimesta. Hyvä menetelmä olisi, että jo tarveselvitysvaiheessa suunnittelija, käyttäjä ja rakennuttaja kokoontuisivat ja määrittelisivät selkeästi tiloilta vaadittavat ominaisuudet. Suunnitteluun tulisi olla suunnitteluohje, jota sovellettaisiin erilaisissa hankkeissa Tampereen kaupungin tarpeiden mukaan.

5.2 Hankesuunnitteluvaihe

Hatanpään lukion hankesuunnitteluvaiheessa oli suuria puutteita, kun määriteltiin kiinteistössä tapahtuvan toiminnan asettamia tavoitteita ympäristölle, rakennukselle, tiloille sekä teknisille järjestelmille. Lisäksi puutteita oli määriteltäessä kiinteistönpidon sekä ylläpidon asettamia tavoitteita ja toisaalta kiinteistössä tapahtuvan toiminnan vaikutusta niihin.

Käyttäjiä olisi kuultava enemmän hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin suunnitellaan tiloja ja niiden ominaisuuksia tilaohjelmalla. Se on tärkeää, koska hankesuunnitelman tilaohjelman perusteella lasketaan ja määritetään rakennus-, ylläpito- sekä käyttökustannukset. Näin ollen tässä vaiheessa hanketta käyttäjillä on vielä todellinen mahdollisuus vaikuttaa tilojen suunnitteluun, koska investointipäätöstä ei ole tehty. Käyttäjiä tulisi ohjata ja neuvoa tuomaan omat toiveensa/tavoitteensa esille hankesuunnitteluvaiheessa. Tällöin hyvä menetelmä on pitää tarpeeksi monta suunnittelukokousta hankesuunnitteluvaiheessa, kun määritellään tavoitteita koskien tilojen ominaisuuksia. Niissä jokainen hankkeen osapuoli voi tuoda esille omia kokemuksiaan vastaavista hankkeista. Suunnittelussa voidaan myös hyödyntää erilaisten asiantuntijoiden apua, kuten Hatanpään lukion rakennussuunnittelussa tehtiinkin. Asiantuntijoita käyttäjien apuna olisikin syytä kuulla jo

hankesuunnitteluvaiheen kokouksissa, jolloin tilojen ominaisuuksia koskevat suunnitelmat tulisivat olemaan mahdollisimman tarkkoja ja investointikustannukset niin ikään.

Tilakeskuksen suunnitteluohjeeseen tulisi ohjeistaa hankkeen tarveselvitys ja hankesuunnitteluvaihe. Tällöin hankesuunnittelu etenisi tietyn kaavan mukaan ja kaikki suunnittelun kannalta tärkeät asiat tulisi varmasti läpikäytyä. Näin esimerkiksi lupa-asiat hoidettaisiin hankkeen kannalta riittävän ajoissa, toisin kuin Hatanpään lukion hankkeessa, jossa lupa-asioita aloitettiin käsitellä vasta rakennussuunnitteluvaiheessa eikä hankesuunnittelussa, kuten olisi pitänyt.

Elinkaarilaskelmat olisi myös otettava huomioon entistä tarkemmin jo hankesuunnittelussa. Myös rakennusmateriaalien tavoitetaso tulee ottaa huomioon, jolloin niitä valittaessa huomioitaisiin niiden kestävyys, käytettävyyden sekä huollettavuus. Kiinteistön elinkaarikustannuksia lisää myös rakennuksen käyttö ja on tärkeää, että kiinteistön teknisiä laitteita voidaan käyttää energiatehokkaasti.

5.3 LVIS-tekniset ratkaisut

Lämpö

Rakennuksen lämmityslaitteistot tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että niitä pystytään käyttämään tarpeen mukaan ja silloinkin rakennusmääräysten mukaisesti. Jotta tämä olisi mahdollista, tulee lämmitysjärjestelmät varustaa säätömekanismeilla, jotka mahdollistavat tilakohtaisen lämmityksen sen mukaan, mikä kulloinkin on lämmityksen tarve. Näin vältetään turhalta energiankäytöltä. Lämmitysjärjestelmiä suunniteltaessa olisi hyödynnettävä mahdollisimman hyvin kohteesta tehtyä tarveselvitystä sekä hankesuunnitelmaa, jotta kiinteistöön saadaan tarkoituksenmukainen lämmitysjärjestelmä.

Tilojen lämpötilat on suunniteltava ja toteutettava siten, että ne vastaavat tiloille asetettuja vaatimuksia mutta kuitenkin niin, etteivät lämpötila-arvot ylitä vaadittuja arvoja, jolloin energiaa kulutettaisiin turhaan.

Vesi

Vesikalusteiden toimivuuteen tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota niiden elinkaaren aikana, jotta pystyttäisiin ehkäisemään ennalta turhaa vedenkulutusta. Vesikalusteiden toimivuutta ja energiatehokkuutta voidaan tarkkailla helposti erilaisilla vedenkulutusmittareilla. Näiden mittareiden avulla saadaan kulutusarvoja, joita sitten voidaan vertailla eri kuukausien ja vuosien vastaaviin arvoihin. Kulutusarvojen avulla on helppo tehdä analyyseja siitä, mitkä ovat kohteen vedenkulutustottumukset eli kuinka vettä käytetään ja kuinka paljon. Näin pystyttäisiin todentamaan kiinteistön varsinainen vedenkulutus, jolloin tarvittaessa voidaan lähteä miettimään kulutuksen pienentämistä.

Ilma

Koulukiinteistöissä on tyypillistä, että siellä on toimintaa myös kouluajan ulkopuolella. Tästä johtuen ilmastointia tarvitaan myös hetkellisesti tai satunnaisesti, jolloin sen tulisi olla käynnistettävissä ja ajastettavissa kulloisenkin tarpeen mukaan. Hyvä keino on niin sanotun munakellon asentaminen tilaan, josta ilmastointi voidaan kytkeä päälle tarvittavaksi ajaksi.

Esimerkkikoulun luokka- ja toimistotiloilla on tällä hetkellä yhteinen ilmanvaihto, joten toimistotilojen ilmanvaihdon ollessa päällä on myös luokkatilojen ilmanvaihto päällä. Olisi järkevämpää järjestää ilmanvaihto niin, että molemmilla tiloilla olisi omansa, jolloin niitä voitaisiin säädellä käytön mukaan.

Sähkö

Koulun tilojen sähkönkulutusta saataisiin pienennettyä, mikäli koulun kaikkien tilojen valaisimet toimisivat tilan käytön mukaan joko ajastimilla tai tunnistimilla.

5.4 Energiatehokkuus

Jotta rakennusta voitaisiin käyttää energiatehokkaasti, niin jo hankesuunnitteluvaiheessa tulisi asettaa sellaiset energiatehokkuustavoitteet, joita kohti suunnittelija systemaattisesti etenee. Kyseisen hankkeen tavoitteiden asettelussa oli paljon

puutteellisuuksia koskien juuri energiatehokkuutta, kuten jo aiemmissa kappaleissa todettiin.

Rakennuksen energiatehokas käyttö vaatisi, että jo hankesuunnittelussa määrättäisiin rakennushankkeessa käytettäväksi energiatehokkaita rakenneratkaisuja. Samalla voitaisiin edellyttää, että rakennukselle tulee määritellä jokin tietty energiatehokkuusluokka. Myös konkreettinen kulutusseuranta ja sitä kautta saatu energian kokonaiskulutustavoite ovat hyviä keinoja asettaa todenmukainen tavoite rakennuksen energiankäytölle.

5.5 Sisäilma

Kuten energiatehokkuuden, myös sisäilman tavoitteiden asettelu on ollut kyseessä olevassa hankkeessa vajavaista. Rakennuksen sisäilman tulisi olla sellainen, että siellä voitaisiin suorittaa niitä toimintoja, joita sinne on suunniteltu.

Kiinteistön sisäilmalle tulee jo rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa asettaa tarkat arvot koskien kiinteistön tilojen lämpötiloja, ilmanvaihdon tehokkuutta, hiilidioksidipitoisuuksia sekä äänitasoa. Näiden arvojen asettelu on hyvä tehdä yhteistyössä käyttäjän, suunnittelijan sekä rakennuttajan kanssa. Toki suunnittelussa on hyvä käyttää erikoisalojen asiantuntijoita, kuten äänialan erikoisosaajia, jotta tiloista saadaan tarkoituksenmukaisia.

Hankesuunnitteluvaiheessa tulisi olla suunnitteluohje, minkä mukaan hankkeen energiatehokkuutta sekä sisäilma-asioita käsiteltäisiin järjestyksessä tietyn rungon mukaan. Näin jokainen hankkeen kannalta kriittinen vaihe tulisi käsiteltyä suunnittelun edetessä.

5.6 Vastaanottomenettely

Vastaanottovaiheessa vika- ja puutelistoja tehtäessä tulee ottaa vakavasti huomioon käyttäjien mielipiteet töiden laadusta, koska he saattavat työn tarkastuksessa huomata sellaisia asioita, jotka saattaisivat jäädä huomaamatta eri tarkastusviranomaisilta. Tällöin vika- ja puutelistat olisivat entistä kattavampia. Lisäksi työn tilaajan tulisi ottaa

tiukempi linja, mitä tulee töiden vikojen ja puutteiden korjaamiseen. Mikäli korjaukset venyvät, niin mahdollista on, että ne jäävät kokonaan tekemättä.

5.7 VIPU-ohjelma

Jotta VIPU-ohjelmasta saataisiin täysi hyöty, niin on sitä käytettävä juuri vastaanottovaiheessa, jota varten ohjelma onkin suunniteltu. Tässä työssä sitä käytettiin poikkeuksellisesti takuuajan virheiden listaamiseen, koska kyseessä oli tietynlainen Tampereen kaupungin koekäyttö.

VIPU-ohjelman urakoitsijarekisteriin oli luetteloitu suuri määrä pääkaupunkiseudun urakoitsijoita ja näin ollen urakoitsijoiden virheet ovat totta kai heidän tyypillisiä virheitään, ei pirkanmaalaisten urakoitsijoiden. Olisi ollut mielenkiintoista nähdä, olisiko Hatanpään lukion hankkeeseen osallistuneiden urakoitsijoiden virhelistoista löytynyt niitä virheitä, joita tähän mennessä koululla on havaittu.

5.8 Käytön opastus

Käytön opastus tulisi osoittaa sellaiselle kohderyhmälle, joka on vastuussa kiinteistön tiettyjen toimintojen suorittamisesta ja kunnossapidosta. Lisäksi on järkevää, että opastus järjestetään riittävän pienissä ryhmissä, jolloin jokainen osallistuja saa laadukasta ja intensiivistä opetusta. On myös tärkeä, että tieto annetaan sopivan kokoisissa erissä, jolloin asian omaksuminen onnistuu parhaiten. Myös tiettyjen tilojen vakiokäyttäjien on hyvä olla mukana opastuksessa, jolloin heidän on helppo hyödyntää kaikki tilan käytön suomat mahdollisuudet.

Lähteet

Painetut lähteet

D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007 Ympäristöministeriö. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet.

D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2003 Ympäristöministeriö. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet.

RT 10-10575 1995. Rakennuttamisen tehtäväluettelo. RAP 95. Rakennustieto Oy. Helsinki.

Muut lähteet

Hatanpään lukion peruskorjauksen hankesuunnitelma 2006. Tampereen kaupunki. Tilakeskus.

Hatanpään lukion peruskorjauksen toteutussuunnitelma 2007. Tampereen kaupunki. Tilakeskus.

Koivisto, Pertti 2007-2008. LVI-tekniikka. LVI-järjestelmien rakentamisen valvonta ja vastaanottomenettely.

Koulun henkilökunnan palautekysely 19.12.2009. Hatanpään lukio.

LVI-työselitys. Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy 14.9.2007.

Peruskorjauksen suunnittelukokouksien pöytäkirjat 2006-2007. Tampereen kaupunki. Tilakeskus.

Peruskorjauksen tarkastuskokouksen pöytäkirja 10.8.2009. Tampereen kaupunki. Tilakeskus.

Peruskorjauksen vastaanottotarkastuksen pöytäkirja 18.9.2009. Tampereen kaupunki. Tilakeskus.

Peruskorjauksen välitavoitteen tarkastuskokouksen pöytäkirja 30.6.2009. Tampereen kaupunki. Tilakeskus.

Sivonen, Mika, vahtimestari. Hatanpään lukion vika- ja puutelistä 23.2.2010. Hatanpään lukio.

Tulo- ja poistoilmakojeluettelo. Insinööritoimisto Erkki Leskinen Oy 14.9.2007.

Vastaanoton aikainen mittauspöytäkirja. Tampereen IV-huolto 29.6.2009.

Liitteet

1. VIPU-ohjelman virheraportti.
2. Tampereen kaupungin hankkeen kulku.

VIRHE- JA PUUTELUETTELO
15.04.2010

Valvonnan suorittaja:

Valvoja

Hanke:
Hatanpään lukio

Urakoitsija:
*

HAVAITUT VIRHEET

Pos.	Urakoitsija	Tila/Huone	Virheen sijainti	Virhe	Tarkenne	Korjattu
1	Peab Oy	Aula 400	Muu	ovi epäsojiva	Hätäpoistumisoven sekä vasikkaoven liittyminen	
2	Peab Oy	Aula 400	Muu	ovi epäsojiva		
3	Peab Oy	401	Lattia	kuuntelujärjestelmien epäkäytännöllinen toteutus		
4	Are Oy	401	Seinä Ylätasolla	sähkörsian kansi puuttuu		
5	Are Oy	Porras A	Seinä Ylätasolla	valaisin puuttuu		
6	Peab Oy	Aula 400	Muu	ovi epäsojiva		
7	Peab Oy	Aula 300	Muu	ovi epäsojiva		
8	Peab Oy	Aula 300	Muu	ovi epäsojiva		
9	Peab Oy	Aula 300	Muu	ovi epäsojiva		
10	Peab Oy	Aula 200	Muu	ovi epäsojiva		
11	Peab Oy	Aula 200	Muu	ovi epäsojiva		
12	Peab Oy	214	Lattia	audiolaitteiden kansi rikki		
13	Peab Oy	214	Lattia	audiolaitteiden kansi rikki		
14	Are Oy	Näyttämö	Seinä Keskitasolla	sähkörsian kansi puuttuu		
15	Peab Oy	Parvi	Lattia	tukevalut tekemättä		
16	Peab Oy	Parvi	Lattia	tukevalut tekemättä		
18	Are Oy	Valikkö	Muu	kytkennät kesken		
19	Ilmastointiyhtymä Oy	218	Katto	jäähdytyslaitteen putken läpivienti tiivistämättä		
20	Are Oy	218	Lattia	läpivienti siistittävä ja tiivistettävä		
21	OVL Tekniikka Oy	218	Muu	pesualtaaseen ei tule vettä		
23	Are Oy	123	Seinä Keskitasolla	punainen merkkivalo ei toimi		
24	Are Oy	127	Katto	läpiviennit siistittävä		
25	Are Oy	127	Seinä Ylätasolla	läpiviennit siistittävä		

Pos.	Urakoitsija	Tila/Huone	Virheen sijainti	Virhe	Tarkenne	Korjattu
26	Peab Oy	215	Muu	ovi käytävään sulkeutuu huonosti		
27	Are Oy	214S	Muu	kytkennät kesken		
28	Peab Oy	214	Muu	audiolaitteiden kansi rikki		
29	Peab Oy	K25	Lattia	alatiiviste rikkoutunut		
30	Peab Oy	K13	Lattia	alatiiviste rikkoutunut		
31	Peab Oy	K13	Lattia	alatiiviste rikkoutunut		
32	Peab Oy	K22	Muu	tunkkaisuuden hajua		
33	Are Oy	K09	Muu	kyltit puuttuvat		
34	Peab Oy	117	Muu	ovi epäsojiva		
35	Peab Oy	100	Muu	ovi epäsojiva		
36	Peab Oy	Porras A	Muu	ovi	ovi väijä karmeihin nähden - talvella todella kylmä	
37	Peab Oy	K13	Muu	äänieristys ongelmia	ääni kuuluu jopa 4. krs saakka	
38	Peab Oy	502	Muu	lumiasteen puuttuminen?	lumi kasautuu oven taakse - ovea ei saa auki	
39	Peab Oy	Porras A	Muu	ovi epäsojiva		
40	Peab Oy	Porras A	Muu	ovi epäsojiva		
41	Peab Oy	Porras A	Muu	ovi epäsojiva		
42	Peab Oy	Porras A	Muu	ovi epäsojiva		

INVESTOINTIEN PROSESSIKAAVIO

